Aus dem pflanzenphysiologischen Institut der Universität Breslau.

Die Cultur der Oidien und ihre Rückführung in die höhere Fruchtform bei den Basidiomyceten.

Inaugural-Dissertation

welche nebst den beigefügten Thesen

mit Genehmigung

der hohen philosophischen Fakultät der Universität Breslau

zur

Erlangung der philosophischen Doktorwürde

Sonnabend, den 14. Juni, Mittags 12½ Uhr

öffentlich vertheidigen wird

ACAD. LIBID. NAT. BIBL.

Richard Falck
aus Landeck (Westpr.).

Opponenten:

Herr **Max von Minden,** Dr. phil. und Assistent am pflanzenphysiologischen Institut der Universität,

Herr **Walter Roth,** Dr. phil.

Breslau,
Druck von R. Nischkowsky.
1902.

Die Cultur der Oidien und ihre Rückführung in die höhere Fruchtform bei den Basidiomyceten.

Von **Richard Falck.**

(Mit Tafel 12—17.)

Die grünen Pflanzen besitzen die Fähigkeit, in grösstem Maassstabe die Energie des Lichtes in ihren Assimilationsproducten aufzuspeichern. Das Leben der Thiere und Menschen ist auf die Verwerthung dieser Stoffe und der in ihnen enthaltenen Energiemengen angewiesen.

Mit der Cultur der Menschen begann daher auch eine rationelle Auswahl und Pflege derjenigen Pflanzen, welche in leicht zugänglicher und concentrirter Form ihre Assimilationsproducte darboten. Gleichwohl giebt es viele und wichtige Pflanzenstoffe, welche aus so widerstandsfähigen Theilen zusammengesetzt sind, dass der Verdauungsapparat der Thiere dieselben nicht zu verwerthen vermag.

Gerade in der heutigen Zeit ist man nun aufs eifrigste bemüht, auch diese Aufbauproducte und besonders die bei ihrer anderweitigen Verarbeitung gewonnenen Abfälle, z. B. die Sägespäne der Holzmühlen, auf chemischem Wege in eine lösliche, leichter verwerthbare Form überzuführen und so der menschlichen Cultur in höherem Grade nutzbar zu machen.

Es giebt nun im vielseitigen Reiche der Natur eine grosse Klasse von Organismen, welche in hervorragender Weise die Fähigkeit besitzen, gerade diese den Thieren unzugänglichen Pflanzentheile aufzulösen und zu verwerthen — das sind die Fadenpilze, besonders in ihren höher stehenden Formen.

So oft ich im Herbste die Wälder durchstreifte und die auffälligen Gestalten der grossen Hutpilze erblickte, beschäftigte mich der Gedanke, warum man diese Gewächse, von denen ja ein grosser Theil als Volksnahrungsmittel bereits bekannt und geschätzt ist, nicht auch im Grossen cultivire und sich ihre Fähigkeiten ebenso systematisch dienstbar mache, wie diejenigen der grünen Pflanzenreihe? Wie die Felder mit Culturpflanzen, so könnte doch auch der Waldboden mit Pilzen bebaut werden, welche die Abfallstoffe des Waldes verwerthen und in ihren grossen Fruchtkörpern die gewonnenen Nährstoffe in concentrirter, verdaulicher und wohlschmeckender Form darbieten, so wie es die Menschen brauchen. In den Steinpilzen,

Gelblingen etc., welche schon jetzt wichtige Handelsartikel darstellen, sind solche Culturformen und in den Wäldern der Culturort von selbst gegeben [1]).

Diese Fragen, die mich schon lange beschäftigten, führten mich dazu, an dieser Stelle meine wissenschaftliche Thätigkeit zu beginnen und die Cultur der grossen Hutpilze zu versuchen. Ich hatte das Glück, bei Herrn Geheimrath Brefeld, der wie kein Anderer vorher die Cultur der Pilze betrieben und gefördert hat, diese ersten Untersuchungen ausführen zu können. Die Cultur der höheren Pilze kann, ebenso wie bei den grünen Pflanzen von den Samen, nur von den Sporen derselben ihren natürlichen und rationellen Ausgang nehmen. Die Schwierigkeiten, die hier zu überwinden sind, liegen aber nicht blos darin, dass diese Sporen mikroskopisch klein und einzellig sind, sondern sie beruhen darauf, dass ihre Keimung bei den meisten und wichtigsten Formen in keiner der bekannten Nährlösungen erreicht werden konnte [2]).

Bei einer Reihe der wichtigsten Vertreter der am höchsten differenzirten Fadenpilze habe ich reine Sporen in grösseren Mengen gesammelt und die Keimung derselben auf alle erdenkliche Weise zu erreichen versucht, doch waren meine Bemühungen nach dieser Richtung bisher erfolglos.

Deshalb beschränkte ich meine Aufgabe zunächst darauf, die Cultur solcher grosser Pilzformen zu versuchen, deren Sporen in einem Tropfen Nährlösung leicht auskeimen.

Es waren zur Zeit nur die Fruchtkörper von *Collybia velutipes* (Curt.) erhältlich, einer Agaricine, welche den ganzen Winter hindurch auf älteren Stämmen von Laubhölzern vorkommt. Die Sporen dieses Pilzes keimen in jeder Nährflüssigkeit auf dem Objectträger leicht aus, und die Mycelien, welche den Nährtropfen durchwachsen, zerfallen nach acht Tagen vollständig in Oidien, wie das von Brefeld im 8. Hefte seines Werkes, Seite 56, ausführlich beschrieben worden ist.

Ich übertrug nun die Mycelmassen von den Objectträgern auf Brotstücke, welche in Wasser von 75° aufgeweicht und von den Sporen anderer Fadenpilze befreit worden waren. Die Brotstücke befanden sich in flachen gläsernen Culturschalen, die nur mit einem Glasdeckel bedeckt, aber sorgfältig vor jeder Infection geschützt waren. Die Mycelien durchwuchsen das ganze Brot, bedeckten seine Oberfläche mit weissem Oidienmycel, und $2^1/_2$ Monate nach der Aussaat kamen mitten aus dem Brotstücke zwei schlanke Fruchtstiele heraus, welche 5 cm hoch wurden, an ihrer Spitze allmählich sehr dürftige

---

[1]) Wenn man diese Pilze unter dem ökonomischen Gesichtspunkte cultivirt, dass sie bei möglichst geringer Verathmung besonders grosse Erträge an brauchbaren Nährstoffen liefern, so dürfte mit ihrer Fähigkeit der Nutzbarmachung unverdaulicher Abfallstoffe ein chemisches Verfahren ebensowenig concurriren können, wie etwa ein künstlicher Assimilationsprozess der Kohlensäure mit der Productionsfähigkeit der grünen Culturpflanzen.

[2]) Vergl. Brefeld, Untersuchungen aus dem Gesammtgebiete der Mykologie. VIII. Heft. Basidiomyceten III.

Hüte ausbildeten und sich mit Sicherheit als Fruchtkörper von *Collybia velutipes* erkennen liessen. Nachdem ich mich durch den Erfolg dieses Versuches überzeugt hatte, dass die Cultur dieser holzbewohnenden Form selbst auf Brot ausgeführt werden kann, war die Unterlage für weitere Untersuchungen, auch mit anderen Formen, gewonnen. Die Aufgabe, die hier zu lösen war, bestand besonders darin, die Bedingungen zu erforschen, unter denen sowohl der Hutpilz als auch die Nebenfruchtform zu ihrer normalen Entwickelung gelangen, um so gleichzeitig einen Einblick in die noch unbekannte Biologie dieser höchstorganisirten Pilzformen zu gewinnen.

Es stellte sich nun heraus, dass die meisten Agaricinen, deren Sporen in Nährlösuung leicht zur Keimung gebracht werden können, dieselbe Nebenfruchtform besitzen wie *Collybia velutipes,* die Fructification in Oidien. Lange bevor diese Oidienbildungen bei den höchsten Formen der Pilze durch die Untersuchungen Brefelds bekannt geworden sind, kannte man die typische Oidienbildung von einem Pilze her, welcher überall in Flüssigkeiten vorkommt, die reich an gelösten organischen Nährstoffen sind. Da derselbe stets in der Milch vorkommt, hat er den Namen *Oidium lactis* erhalten [1]). Da dieser Pilz niemals anders als in Oidien fructificirt, hat man seinen morphologischen Charakter nicht beurtheilen und seine Stellung im Systeme nicht fixiren können. Erst als Brefeld die gleichen morphologischen Bildungen bei einer grossen Reihe von Pilzen aus den verschiedensten Klassen des Pilzreiches gefunden hatte, waren die Grundlagen für eine vergleichend morphologische Beurtheilung des *Oidium lactis* geschaffen worden.

Brefeld konnte nun weiter zeigen, dass die Oidien der höchsten Pilzformen in fortlaufenden Generationen cultivirt werden können, ohne in die höhere Fruchtform wieder zurückzukehren. Daraus leitete er mit Recht ab, dass auch *Oidium lactis* die Nebenfruchtform eines solchen höheren Pilzes sein könne, dessen Cultur aus den Oidien bisher noch nicht gelungen ist, oder der vielleicht vollkommen aus dem Entwicklungsgange verschwunden sei. Dementsprechend ergaben sich nun noch folgende weitere Fragestellungen, die besonders für den Gang und die Richtung dieser Untersuchungen maassgebend geworden sind:

1. Sind die bis jetzt bekannt gewordenen Oidien-Formen der höheren Pilze, welche sich in fortlaufender Cultur ohne Abschwächung erhalten lassen, selbstständig gewordene Entwicklungsglieder, die ebenso wie *Oid. lactis* sich nie wieder in die höheren Fruchtformen zurückführen lassen, oder sind sie es nur vorübergehend und gehen in die höhere Pilzform zurück, sobald die hierfür nöthigen Bedingungen eingetreten sind?

---

[1]) Brefeld hat hiernach die gleiche Fructification auch bei den übrigen Pilzen generell als Oidien-Fruchtform bezeichnet. Sie kennzeichnet sich durch den meist totalen, centripetalen Zerfall ganzer Mycelien oder bestimmter Fäden in einzelne Sporen, ohne dass diese nach Form und Grösse sich auffällig verändern.

2. Lässt sich auch *Oidium lactis* nach einer Methode, welche die Ueberführung dieser Oidien gestattet, in eine höhere Fruchtform überführen?

3. Mit welcher der bekannt gewordenen Oidien-Formen hat *Oidium lactis* die grösste Aehnlichkeit, und an welcher Stelle im Systeme ist der Pilz unterzubringen, solange seine höhere Fruchtform noch nicht gefunden ist?

Diesen Fragestellungen gemäss wurde die Cultur nur derjenigen höheren Pilze unternommen, bei welchen Brefeld die Nebenfruchtform der Oidien nachgewiesen hat.

Nachdem die Oidienbildung, von einem Oidium ausgehend, in einigen Generationen auf dem Objectträger weitergeführt worden war, wurde die Cultur der höheren Fruchtform durch Uebertragung der Oidien einer solchen Reincultur auf die natürlichen Substrate unternommen und besonderer Werth darauf gelegt, zu normal ausgebildeten Fruchtkörpern zu gelangen, wie sie in der Natur gebildet werden.

Um die beiderlei Fruchtformen bei den verschiedenen Pilzen vergleichend beurtheilen zu können, wurden möglichst gleiche Culturbedingungen angewendet und in den verschiedenen Stadien photographische Aufnahmen gemacht.

Ebenso wie die verschiedenen Formen der Bacterien in Ermangelung gröberer morphologischer Differenzirungen durch die Photographie in ihrem natürlichen und charakteristischen Habitus wiedergegeben werden können, so auch die verschiedenen sehr gleichartigen Oidienbildungen der höheren Pilze. Die photographischen Bilder zeichnen sich auch dadurch aus, dass man sie mit Hülfe einer Lupe in weitere Details auflösen und entsprechend deutlicher machen kann. Leider konnten der Reproductionskosten halber meist nur kleine Segmente aus den 9/12 cm grossen Bildern veröffentlicht werden, und ein Theil derselben musste ganz fortgelassen werden; sie mögen die kurzen Beschreibungen überall ergänzen, wo man auch durch viele Worte eine richtige Anschauung nicht zu geben vermag.

Im Folgenden soll nun bei den wichtigsten Formen die Cultur der Oidien und der dazugehörigen höheren Fruchtformen unter den mitgetheilten Gesichtspunkten einzeln beschrieben werden.

Die Grundlagen für diese Untersuchung bilden die umfassenden Arbeiten Brefelds, wie das aus dem vorher Gesagten hervorgeht, vor allem das VIII. Heft seines Werkes, welches durch diese Arbeit eine nachträgliche Ergänzung erfährt. Auch für die persönlichen Anregungen zu dieser Arbeit, vor allem aber für sein grosses Interesse an meinen Untersuchungen bin ich meinem hochverehrten Chef, Herrn Geheimrath Prof. Dr. Brefeld, zu vielem Danke verpflichtet.

1. Phlebia merismoides Fr.

(Tafel 12.)

Zum ersten Male unter den Autobasidiomyceten fand Brefeld die Oidienbildung bei der Gattung *Phlebia* (VIII. Heft, Seite 24). Von den vier untersuchten Arten besitzt *Phlebia merismoides* die reichste Oidienbildung an den aus den Basidiensporen auf dem Objectträger erzogenen Mycelien [1]).

Die Oidien bildeten sich auch in meinen Culturen in der Weise, wie es Brefeld angiebt, an den untergetauchten letzten Auszweigungen der Mycelien. Diese Endfäden verzweigen sich, wenn sie in das Zerfallsstadium eintreten, in characteristischer Weise (Fig. 7); die Verzweigungen rollen sich meist knäuelartig ein und zerfallen dann vollständig durch centripetale Zergliederung in einzelne Abschnitte (Fig. 8). Die Luftmycelien, welche allmählich in der Cultur vorherrschen, zeigen keinen solchen Zerfall. Wenn man die Oidien weiter cultivirt, erhält man die gleichen Mycelien mit der Oidienfructification an den untergetauchten oder benetzten Fadenendigungen. Bedeckt man den Nährtropfen, welcher die keimenden Oidien enthält, mit einem sterilisirten Deckgläschen, so dass sie sich bei behinderter Luftzufuhr weiter entwickeln müssen, dann schwellen die Fäden stärker an, und es zerfallen dann die ganzen Mycelien in einzelne Abschnitte, wie das die Fig. 9 zeigt. Zur Cultur der höheren Fruchtform wurden sowohl lebende Kirschbäume mit dem Pilze geimpft, als auch abgesägte Aststücke derselben nach vollständiger Sterilisation im Dampftopfe mit den Oidien inficirt, wie es später bei *Hypholoma* ausführlich beschrieben ist. Bereits in wenigen Wochen waren grössere Holzstücke vollständig mit den Mycelien durchwachsen und auf der ganzen Oberfläche mit einem röthlichen Mycelien-Ueberzuge bedeckt. Legt man solche vom Pilze durchwachsene Holzstücke in feuchten Sand, so durchziehen die Mycelien diesen nach allen Richtungen und sind an vielen Stellen, wo sie sich zu lockeren, eigenthümlich kraus erscheinenden Büscheln vereinigen, durch ihre röthliche Färbung auffällig und kenntlich.

Unter dem Mikroskope fand ich hier und da einzelne Fäden, welche total in Oidien zerfallen waren, während viele andere mit kleinen Calciumoxalatkrystallen bedeckt erschienen.

In einer solchen Sandcultur sind 14 Monate nach der Aussaat diese Mycelien seitlich an der Glaswand des Gefässes zu einer kleinen rothgefärbten Fruchtkörperanlage krustenartig zusammengetreten.

In den übrigen, grösseren Culturen, welche alle über ein Jahr alt sind, ist bisher die Bildung eines Fruchtkörpers noch nicht eingetreten.

---

[1]) Da der Pilz hier in Schlesien nicht vorkommt, besass Herr Geheimrath Brefeld die Liebenswürdigkeit, ihn mir durch Herrn A. Kappenberg in Münster aus dem dortigen botanischen Garten kommen zu lassen. Es ist eine auf Kirschbäumen wachsende *Hydneee* mit krustenförmig ausgebreitetem Fruchtkörper. (Fig. 10.)

2. Die mistbewohnenden Agaricinen.

(Tafel 13.)

Alle auf Mist lebenden Basidiomyceten haben grosse und dunkel gefärbte Basidiensporen, welche lange Zeit keimkräftig bleiben und gegen äussere Einflüsse sehr widerstandsfähig sind. Dieselben keimen in der Regel nicht in Wasser oder zuckerhaltigen Nährlösungen, dagegen leicht und sicher in Mistdecoct. Die Basidiensporen sind daran angepasst, erst im Miste der Thiere auszukeimen, woselbst die Bedingungen für ihre Weiterentwickelung vorhanden sind. Sie können in die Excremente nicht anders hineingelangen, als durch die Kräuter des Feldes, welche gefressen und verdaut werden, während die anklebenden Sporen unversehrt den Verdauungsapparat passiren. Da ich *Oidium lactis* stets auf Kuhmist nachweisen konnte, dachte ich daran, ob nicht vielleicht eine mistbewohnende Agaricine diesem Pilze als höhere Fruchtform angehöre, und ich habe desshalb alle coprophilen Formen, die zu finden waren, cultivirt.

Die Mycelien, welche aus den Basidiensporen der coprophilen Basidiomyceten erwachsen, besitzen fast allgemein die Nebenfruchtform der Oidien. Diese Oidien sind aber zumeist nicht keimfähig, wie das bereits von Brefeld im III. und VIII. Hefte seines Werkes festgestellt wurde. Alle Mittel, welche ich anwandte, verschiedene Nährlösungen in den verschiedensten Concentrationen, blieben erfolglos, und so komme ich hier auch zu der Ueberzeugung, dass diese Gebilde die Functionen der Verbreitung des Pilzes nicht mehr besitzen. Da ihre Bildung aber bei den meisten Formen in regelmässiger und bestimmter Weise auftritt, so dürfte es keinem Zweifel unterliegen, dass sie andere, bisher unbekannte Functionen ausüben [1]).

Bei allen Formen werden sie nur vorübergehend an den ersten Mycelien ausgebildet, und man erhält bei fortgeführter Cultur auf den Objectträgern nur noch Basidienmycelien [2]) ohne Oidienbildung. Säet man die Sporen dieser Formen auf grössere Flächen eines Nährsubstrates aus, wie auf Mistdecoct-Agar-Agar-Platten, so kennzeichnet sich das Stadium der Oidienbildung durch einen mehr oder weniger grossen Ausbreitungskreis, auf dem die Mycelien meist nicht an die Oberfläche kommen.

Bei der weiteren Cultur auf Objectträgern ist schon Brefeld in allen Fällen zu den Fruchtkörperanlagen der höheren Form zurückgelangt.

Die Bildung der Oidien an den jungen, aus den Basidiensporen erwachsenen Mycelien dieser Formen findet im allgemeinen in sehr ähnlicher Weise statt [3]), sie hat bei den nahe verwandten kleinen Coprinusformen einen

---

[1]) Dass es sich auch nicht um Spermatien, d. h. männliche Befruchtungszellen handelt, ist von Brefeld bereits 1875—76 nachgewiesen worden. (Bot. Zeitung 1876, Nr. 4, Die Entwickelungsgeschichte der Basidiomyceten.)

[2]) Siehe Brefeld l. c.

[3]) Vergl. Brefeld, Botanische Untersuchungen über Schimmelpilze, Heft III, Tafel VI, VIII. Diese Bilder sind auch habituell für die kleinen Coprinusformen characteristisch, es wurde desshalb keine weitere Photographie beigegeben. Im übrigen vergl. Heft VIII, besonders Tafel III.

sehr übereinstimmenden, bei den übrigen Arten aber oft deutlich verschiedenen Habitus. Die Tafel 13 zeigt ein solches Habitusbild der Oidienbildung bei den coprophilen Basidiomyceten.

1. Die häufigsten Erscheinungen auf dem Miste sind die kleinen Coprinus-Arten (Fig. 4). Die Bilder der an bestimmten Stellen der Mycelien büschelförmig angeordneten kleinen Oidienäste sind sehr charakteristisch [1]). Sie unterscheiden sich z. B. durch die Anzahl der Oidien, in welche die Seitenketten zerfallen; so besitzt *Coprinus lagopus* in der Regel 1—2 gliedrige, *Psilocybe spadicea* 2—3 gliedrige Seitenketten [1]). Die hauptsächlichsten Formen dieser Gruppe sind schon von Brefeld (im III. und VIII. Hefte) auch auf Pferdemist cultivirt und in ihrer Entwicklung beschrieben worden; ich habe sie gleichfalls alle cultivirt und kann mich auf die Angabe beschränken, dass ihre Mycelien noch nicht so ausgesprochen die Eigenschaften und die grosse Wachsthumsenergie auf Pferdemist besitzen, wie die typischen Basidienmycelien der grossen Coprinen, von denen noch die Rede sein wird. Ihre Cultur gelingt sehr leicht durch die Aussaat der oidienbildenden Mycelien.

Es ist sehr bemerkenswerth, dass die höchsten und grössten Formen unter den Coprinen an ihren Mycelien keine Oidienfructification mehr besitzen. Eine solche grosse mistbewohnende Form ist *Coprinus sterquilinus*, der seine bis über 20 cm hohen Fruchtkörper leicht auf Pferdemist ausbildet, und an dem ich monatelang in zahlreichen Reinculturen das Verhalten der Mycelien und die Bedingungen der Fruchtkörperbildung studirt habe.

2. Zu einer zweiten Gruppe von mistbewohnenden Hutpilzen, welche sich bedeutend langsamer entwickeln, gehört *Agaricus coprophilus* Bull. Die violettbraunen Sporen keimen schon am nächsten Tage mit einer Keimblase zu dicken gekröseartig gewundenen Mycelien, welche ebenfalls an bestimmten Stellen dünne Seitenzweige büschelartig austreiben. Diese dem Zerfalle bestimmten Fäden werden aber viel länger als bei den kleinen Coprinusformen und rollen sich, so oft ich sie beobachtete, knäuelartig zusammen, bevor der Zerfall eintritt. Fig. 4 zeigt ein aus sechs Sporen erwachsenes Mycelium, welches die verknäuelten Seitenzweige kurz vor dem Zerfalle (besonders mit Hülfe der Lupe) deutlich erkennen lässt. Die zerfallenen Oidien sind stets mehr oder weniger gebogen und verdienen den Namen der Komma-Oidien; sie vergehen in der Nährlösung, ohne dass man ihren Verbleib verfolgen kann. Werden die Mycelien weiter cultivirt, so stellen sie die Oidienbildung bald ganz ein und gehen in das typische Basidienmycel über. Es gelang mir erst nach Monaten, diese Form zu normalen Hüten zu cultiviren, dann aber war es ein leichtes, durch weitere Uebertragung des myceldurchwachsenen Pferdemistes auf frisches, sterilisirtes Substrat den Pilz in üppigster Vegetation zu erhalten. Fig. 3 zeigt das Bild solcher Pilzfamilien, wie sie auf einem

---

[1]) Vergl. Brefeld, Botanische Untersuchungen über Schimmelpilze, Heft III, Tafel VI und VIII.

Pferdeapfel in monatelangem Entstehen und Vergehen gezogen werden können. Die anfangs runden Hüte dieser Pilzform haben die Eigenthümlichkeit, dass sie sich später faltig erweitern und ihren alsdann doppelt-kerbig-gebuchteten Rand kragenartig emporschlagen, wodurch die Hüte ein äusserst zierliches Ansehen bekommen.

3. Zu den am höchsten entwickelten Formen unter den Mistbewohnern gehört *Chalymotta campanulata,* von dem die Fig. 1 zwei typische auf einigen Pferdeäpfeln gezogene Exemplare darstellt.

Die aus den schwarzen Sporen erwachsenen Mycelien besitzen ebenfalls büschelig angeordnete Seitenzweige, die sich lockig einrollen und dann in Oidien zerfallen. Sie unterscheiden sich aber dadurch von den bisher besprochenen Mycelien, dass hier auch die Mycelien selbst auf lange Strecken in Oidien zerfallen. Die Oidien fand ich gleichfalls keimungsunfähig, und die Mycelien stellen ihre Bildung bei längerer Cultur ganz ein, (um sie niemals wieder auszubilden). Ueberträgt man die oidienbildenden Mycelien auf sterilisirten Pferdemist, so durchwachsen sie denselben vollständig, und erst nach einigen Wochen ungestörter Entwickelung beginnt die Anlage der Fruchtkörper zumeist in einiger Entfernung von dem durchwachsenen Substrate; sie erfolgt mit Vorliebe an Stellen, wo eine feste und harte Widerlage vorhanden ist, wie an der Glaswand des Culturgefässes. Die zarten Mycelstränge, welche die Nahrung zuführen, vermögen den grossen Fruchtkörper nicht genügend stark in einer lockeren Unterlage zu befestigen, und desshalb lehnt er die Basis seines Stieles gerne an feste Widerlagen an. Man kann in der Natur bei vielen Hutpilzen verfolgen, dass die Anlage der Fruchtkörper zwischen festen Körpern (Steine, Holz) erfolgt, so dass die Basis der Stiele fest eingeklemmt ist. Die Hüte von *Chalymotta campanulata* werden auf festen, zähen Stielen meist bis 15 cm hoch über das Substrat erhoben. Dort breitet sich der glockenförmige Hut allmählich aus und wirft dabei über eine Woche lang seine Sporen aus. Die Basidien des Hymeniums werden nämlich nicht zu gleicher Zeit ausgebildet, sondern einzelne unregelmässig umgrenzte Partieen desselben reifen früher wie die anderen. Aus diesem Grunde haben die Lamellen dieses Pilzes in der Jugend die fleckige Zeichnung, und desshalb kann das Hymenium, welches auf den Lamellen die grösstmögliche Verbreiterung erfahren hat und gegen die Einflüsse der Witterung durch die Oberfläehe des Hutes dachförmig geschützt ist, wochenlang die Sporen auswerfen. Dass die Sporen in der That abgeschleudert werden, davon kann man sich am besten überzeugen, wenn man unter den Hut weisse Porzellanplatten ausbreitet. Diese werden bei geeigneter Beleuchtung in einem Umkreis, der die Höhe des Stieles fast um das Doppelte übertrifft, zwar vollständig, aber ungleichmässig (meist fächerförmig) beworfen. Die Sporen werden aber nicht bloss nach unten, sondern nach allen Richtungen des Raumes ausgeworfen, so dass die Oberfläche des eigenen Hutes damit bestreut wird. Der zarte schattenförmige Umriss auf der Oberfläche des ausgebreiteten Hutes der Fig. 3 rührt von den Sporen

desselben Hutes her. Wie schon Hansen[1]) nachgewiesen hat, werden die Sporen vorzugsweise in die Richtung vom Lichte fort ausgeschleudert. Nach meinen bisherigen Beobachtungen werden sie in die Richtung des Schattens geworfen. Wurde der junge Hut so gestellt, dass der Schatten des Fensterkreuzes des Morgens auf seine Oberfläche fiel, so fand ich oftmals die Umrisse desselben durch die eigenen Sporen auf der Oberfläche des Hutes scharf gezeichnet. Bemerkenswerth ist es noch, dass die Sporen selbst auf der glatten Oberfläche des Glases so fest anhaften, dass sie durch starkes Pusten nicht bewegt werden können. Wenn also die Hüte dieses Pilzes auf dem Felde, auf Wiesen oder wohin sonst die Excremente der Thiere gebracht werden, gebildet werden, so bewerfen sie die umstehenden Kräuter mit ihren Sporen, die daran kleben bleiben. Die Coprinusformen machen es noch gründlicher, indem sie ihren ganzen Hut in eine anklebende Tinte zerfliessen lassen und mit dieser die Gräser etc. förmlich antünchen.

Zur Cultur der coprophilen Basidiomyceten eignet sich am besten der Pferdemist. Man verwendet ihn vortheilhaft ganz frisch und unversehrt, bringt ihn in geeigneter Menge in gläserne Culturschaalen und sterilisirt ihn im Dampftopfe bei 100°. Zur Aussaat ging ich von wenigen Sporen aus, deren Keimung in einem Tropfen sterilen Mistdecoctes auf Objectgläsern verfolgt wurde. Erst die Mycelien einer so erhaltenen Objectglascultur, von deren Reinheit ich mich jedesmal unter dem Mikroskope überzeugt hatte, wurden zur Aussaat verwendet. Diese erfolgt zunächst auf kleinere Mengen sterilisirten Mistes, und es dauert verhältnissmässig längere Zeit, bevor dieser von den Mycelien durchwachsen wird. Ist dies geschehen, so wird von einer solchen Reincultur aus die Infection der grösseren endgültigen Culturen vorgenommen. Jetzt geht die Entwickelung der Mycelien sehr schnell vor sich, und man kann verfolgen, wie die meisten Basidienmycelien von einem zur Aussaat verwendeten kleinen Miststückchen aus schnurgerade nach allen Seiten strahlig auswachsen und das Substrat oft in wenigen Tagen durchwachsen. Erst wenn sie das Substrat durchwachsen haben, was von allen untersuchten Formen bei *Copr. sterquilinus* am schnellsten vor sich geht, beginnt die Fruchtkörperbildung. Es ist dies ein allgemeines Princip, zunächst das ganze Substrat zu gewinnen und dann erst mit der fructificativen Fortpflanzung zu beginnen.

Verwendet man von zwei gleichbeschaffenen und gleichalterigen Culturen die eine zur Infection grösserer sterilisirter Substratmengen, so übernehmen die Mycelien sogleich die Functionen der vegetativen Ausbreitung des Pilzes und durchwachsen das neue Substrat, während die Mycelien der unveränderten Cultur bereits zu fructificiren beginnen. Dieses Verhalten habe ich besonders

---

[1]) Hansen, Emil Chr., Nogle Undersögelser over Agaricineernes Biologi. Hospitalstitende 1897, No. 46, p. 1109. Referat Klöckers im Botan. C., Band 74, S. 114. Die untersuchte Form ist ebenfalls ein mistbewohnender Pilz, der in diese Gruppe gehört: *Agaricus semiglobatus*. Ich habe denselben gleichfalls in üppigster Cultur gehabt, und er verhält sich ähnlich wie *Chalymotta campanulata*.

bei *Copr. sterquilinus* in zahlreichen Culturen verfolgen können. Es verhält sich mit dem Beginn der Fructification hier gewiss ähnlich wie bei *Sporodinia,* nur dass man den Nährstoffstrom in den feinen, undurchsichtigen und langsam wachsenden Basidienmycelien nicht direct unter dem Mikroskope verfolgen kann. Dass in den letzteren eine intensive Leitung von Nährstoffen stattfinden muss, beweist ja schon die rapide und mächtige Entwickelung der Fruchtkörper, welche alle Nährstoffe aus den Basidienmycelien zugeführt erhalten. Findet also vegetatives Wachsthum und eine Ableitung der Nährstoffe hierfür nicht mehr statt, so wird allmählich ein Ueberschuss von Nährstoffen entstehen, der nunmehr für den Aufbau der Fruchtkörper seine natürliche Verwendung findet[1]).

Abgesehen von dieser Beziehung, welche zwischen dem vegetativen und fructificativen Wachsthum der Pilze besteht, und dem Einfluss, welchen die Temperatur und die Qualität des Substrates ausübt, kommt für den Beginn und die Ausgiebigkeit der Fructification bei den Hutpilzen noch ein anderer Factor besonders in Betracht: das ist der Wassergehalt des Substrates. Wenn man die Cultur eines Mistbewohners in feuchtigkeitsdurchlässigen Gefässen, z. B. in unglasirten Blumentöpfen, vornimmt, so hat der normalfeuchte Mist bis zum Eintritt der Fructification bereits so viel Wasser verloren, dass ein normaler Fruchtkörper einer grösseren Form nicht mehr gebildet werden kann. Auf normalfeuchtem Miste, der sich in gläsernen Gefässen befindet, findet dagegen z. B. bei *Copr. sterquil.* die Ausbildung grosser Hüte statt, doch wird das Substrat nicht annähernd erschöpft, und die Fruchtkörperbildung unterbleibt, sobald es an dem nöthigen Wasser fehlt, welches ja zu durchschnittlich 90% in dem Fruchtkörper enthalten ist[2]). Aus diesem Grunde spielt die Zufuhr des Wassers bei der Cultur der Basidiomyceten-Fruchtkörper eine besonders wichtige Rolle. Nun können aber die Substrate, sobald sie von den Mycelien des Pilzes durchwachsen sind, kein Wasser mehr aufnehmen, sie sind nicht mehr von Wasser benetzbar. Das hat für diese Pilze eine grosse Bedeutung. Die von ihnen einmal befallenen Substrate können von Wasser nicht mehr ausgelaugt und ihrer Nährstoffe beraubt werden. Wenn man unversehrten Pferdemist, der mit den Mycelien von *Copr. sterquil.* gut durchwachsen ist, in ein mit dest. Wasser gefülltes Becherglas legt, so wird das Wasser weder merklich gefärbt, noch zeigt es einen nennenswerthen Abdampfrückstand, selbst wenn der auf dem Wasser schwimmende Mist tagelang darin verbleibt. Pferdemist, der

---

[1]) Ueberträgt man eine nicht zu kleine unversehrte Cultur zur Infection auf frisches Substrat, so beginnt sie dennoch zu fructificiren, ohne dass das frische Substrat sogleich durchwachsen wird, besonders wenn sie bereits längere Zeit vor der Uebertragung durchwachsen war. Es hängt dies voraussichtlich damit zusammen, dass der Nährstoffkern sich bereits für die Ausbildung der Fruchtkörper orientirt hatte und diese Orientirung in der unversehrten Cultur erhalten bleibt.

[2]) Siehe J. König, Die menschlichen Nahrungs- und Genussmittel. Berlin 1893, II, p. 753.

nicht von solchen Basidienmycelien durchwachsen ist, wird in kurzer Zeit vollständig ausgelaugt[1]). Dieses Verhalten der Mycelien der höchsten Pilze ist für die Beurtheilung ihrer Wirkung beim Stalldünger und im Waldboden gewiss auch von Bedeutung. Besonders bemerkenswerth ist es auch, dass der von den Basidienmycelien durchwachsene Pferdemist durch keinen andern Schimmelpilz, auch nicht durch Bacterien verunreinigt werden kann, und dass sie alle unter den normalen Culturbedingungen, selbst wenn sie sich vorher schon angesiedelt hatten, vollständig unterdrückt werden. Wenn ein Fruchtkörper von *Copr. sterquilinus* auf dem Miste zerflossen war, so waren die Reste des todten Stieles oft ganz mit Penicillum bedeckt, ohne dass selbst dieser Pilz auf den durchwachsenen Mist jemals überzugehen vermochte. Auch erwiesen sich diese Mycelien von grösster Widerstandsfähigkeit gegen die Einflüsse der Temperatur und des Austrocknens. Wochenlange Einwirkung einer Kälte bis über — 15° sowohl auf die feuchten als auch auf die trockenen Mycelien hatte auf ihre Infectionstüchtigkeit ebensowenig Einfluss wie Temperaturen bis ca. 40° C.[2]). Der vom Pilze durchwachsene ausgetrocknete Mist, den ich über ein Jahr aufbewahrte, bleibt, auf frischen Mist gebracht, fast ebenso infectionstüchtig wie frische Mycelien, selbst wenn er im Mörser zerkleinert wurde. Viele Basidiomyceten besitzen wohl aus diesen Gründen weder Dauersporen noch Sclerotien.

Für die Cultur der grösseren Hutpilze kam es nun darauf an, auf welche Weise die Zufuhr des Wassers möglich ist, da das durchwachsene Substrat, selbst wenn man es durchlöchert, kein Wasser aufnimmt. Auch eine vorherige Verdünnung[3]) des Mistes mit Wasser ist nicht gerathen, weil er hierdurch gerade seine günstige Beschaffenheit für die Cultur dieser Pilze (gegenüber den Bacterien) verlieren würde. Ich kam auf den richtigen Weg durch die Beobachtung der natürlichen Verhältnisse. Hier befinden sich die Substrate stets im feuchten Erdboden, und die Mycelien können die nöthige Feuchtigkeit aus ihm entnehmen. Ich verfuhr desshalb in gleicher Weise, nur dass ich anstatt des natürlichen Erdbodens reinsten sterilisirten (geglüht) Glassand verwendete.

Einige Pferdeäpfel wurden in mässig feuchten Glasssand, der sich in entsprechend grossen Blumentöpfen und Glasschaalen befand, hereingepackt, so dass sie allseitig von einer dicken Sandschicht umgeben waren, dann

---

[1]) Die Mycelien der Mucorineen sind im Allgemeinen leicht benetzbar, und daher sind die von ihnen befallenen Substrate nicht vor der Auslaugung geschützt. Sie entwickeln sich eben sehr viel schneller.

[2]) Die Versuche bei höherer Temperatur wurden bloss mit dem getrockneten Miste ausgeführt. Auch konnte eine weitere gleichmässig andauernde Steigerung nicht ausgeführt werden.

[3]) Um für diese Pilze angreifbar zu sein, müssen alle unlöslichen Substrate einen bestimmten Grad von Feuchtigkeit besitzen, wie ihn z. B. Holz annimmt, wenn es in feuchtem Erdboden liegt. Einige Basidiomyceten scheinen sich indessen die nöthige Feuchtigkeit selbst zu transportiren, so z. B. der Hausschwamm, wenn er trockeneres Gebälk zerstört.

wurden die Culturen im Dampftopf sterilisirt und inficirt. Die Mycelien wachsen, nachdem sie den Mist besiedelt haben, allseitig in den Sand hinein, ohne ihn für Wasser undurchdringlich zu machen. Es kann nun beliebig viel und zu jeder Zeit Wasser von etwas höherer Temperatur zugeführt werden. Auf diese Weise gelingt es, besonders in Blumentöpfen eine andauernde, periodisch erfolgende Fruchtkörperbildung zu erzielen, bis der Mist vollständig erschöpft ist. Es zeigt sich hierbei, dass nach längerer Trockenzeit eine erneute Fruchtkörperbildung herbeigeführt werden kann, sobald die Blumentöpfe wieder reichlich begossen werden [1]). Es ist längst bekannt, dass diese Organismen nach einem warmen Sommerregen wie Pilze aus der Erde wachsen; besonders auffällig ist dies auch in der Natur bei den grossen Coprinusformen, die auf unseren Wiesen vorkommen. Man kann nun auch, um diese grösseren und umständlichen Culturen zu vermeiden, einen einzigen vom Pilze durchwachsenen Pferdeapfel nachträglich auf feuchten Sand legen, welcher sich in fingerdicker Schicht auf dem Boden einer kleinen Culturschaale befindet, und so zu reichlicher Fruchtkörperbildung gelangen.

Schon daraus, dass die Cultur der grossen Basidiomyceten, im Gegensatze zu den schnell wachsenden mistbewohnenden Mucorineen, meist Wochen und Monate in Anspruch nimmt, bevor die Ausbildung der höheren Fruchtformen erfolgt, geht hervor, dass die Bedingungen für ihre Ausbildung in der Natur sich erst auf dem Felde etc. vorfinden, wenn die Entwickelung der Mycelien ungestört fortschreiten kann. So treffen wir sie auf gedüngten Wiesen, an Wegen, in Gärten und auf dem Felde.

Zu einer letzten Gruppe von mistbewohnenden Hutpilzen, welche aber eine etwas abweichende Biologie besitzen und nicht ausschliesslich auf Mist vorkommen, gehört die grösste und bedeutsamste Form, der Champignon, *Psalliota campestris* L. Die Sporen dieses Pilzes keimen in keiner Nährlösung, sie sind bis jetzt noch unbekannten Bedingungen angepasst. Eine rationelle Cultur dieses Pilzes aus den Sporen ist daher bis heute noch nicht möglich gewesen. Auf vegetativem Wege durch Verwendung der sog. Champignon-Brut konnte eine Reincultur dieses Pilzes nicht erzielt werden [2]).

---

[1]) Durch die plötzliche Wasserzufuhr wird voraussichtlich Erhöhung des osmotischen Innendruckes der Mycelien und zugleich reichliche Aufnahme wässriger Lösung bewirkt. Auch hier scheinen dieselben inneren Factoren die Auslösung der Fructification zu verursachen, wie bei *Sporodinia*. Vergl. R. Falck, Die Bedingungen und die Bedeutung der Zygotenbildung bei *Sporodinia grandis*, Cohns Beiträge zur Biologie, Bd. VIII, Heft II.

[2]) Welche Bedeutung die Cultur dieses Pilzes trotzdem schon jetzt besitzt, möge aus den folgenden, aus M. Lebl, Die Champignon-Zucht, Berlin 1897, entnommenen Zahlen hervorgehen. Allein in Paris und Rayon werden täglich 25 000 kg Champignons geerntet. Bloss mit 80 Pfg. pro kg berechnet, ergiebt das einen jährlichen Ertrag von 7 200 000 Mark.

3. Die holzbewohnenden Agaricinen.

An die höchsten Formen unter den Mistbewohnern schliesst sich eine nahe verwandte Gruppe von holzbewohnenden Pilzen an, die Gattungen *Hypholoma* und *Pholiota*. Tafel 14.

Sie haben ebenfalls dunkel gefärbte Sporen, die mit einer Keimblase auskeimen, sowohl in Mistdecoct als auch in den gewöhnlichen zuckerhaltigen Nährlösungen[1]). Besonders in den letzteren wachsen die jungen Mycelien der holzbewohnenden Pilze üppig weiter, und noch bevor sie den Nährtropfen auf dem Objectträger durchwachsen haben, beginnt die Oidienfructification. Aehnlich wie bei *Chalymotta* bilden sich Oidienschnüre, die hier an allen Stellen der Mycelien büschelartig angelegt werden und an denen der Zerfall zunächst beginnt. Schliesslich zerfallen auch die ganzen Fadensysteme, wie es das typische Zerfallsbild Tafel 14, Fig. 1 bereits deutlich (besonders mit Hülfe einer starken Lupe) erkennen lässt.

Die einzelnen Oidien, von bacterienähnlicher Gestalt und verschiedener Grösse — Fig. 2 —, keimen aber leicht aus und erwachsen zu Mycelien, welche genau ebenso in Oidien zerfallen, wie die primär gebildeten Mycelien. Brefeld, welcher auch diese Oidienbildung zuerst beschrieben hat (VIII. Heft, Seite 45), hat die Culturen auf Objectträgern über ein halbes Jahr lang fortgesetzt, ohne dass in der Bildung der Oidien bei den folgenden Generationen eine Schwächung nachzuweisen war.

Der biologische Werth der Oidienbildung bei diesen Pilzen „als Verbreitungsform" kennzeichnet sich auch besonders darin, dass der Zerfall auf geeigneten festen Substraten vornehmlich auf der Oberfläche stattfindet. Das zeigen besonders charakteristisch die Culturen der Oidien auf Agar-Agar-Nährplatten. Vertheilt man sie in der noch flüssigen, abgekühlten Agar-Agar-Lösung und giesst dieselbe in Petri'sche Schaalen aus, wie man es bei der Cultur der Bacterien zu thun pflegt, so erhält man fixirte Colonieen, die meist aus einem Oidium erwachsen sind. Das Bild No. 3 zeigt diese vereinzelten Colonieen in einer Nährplatte, welche Mistdecoct und etwas Pilzdecoct enthält, zwölf Tage nach der Aussaat. Jedes Insect, welches über diese Platte kriecht, wird den mehlartigen Belag, welcher aus den zerfallenen Oidienmycelien besteht, verbreiten müssen. Solange man die Oidien in festen oder flüssigen Nährmedien cultivirt, die lediglich gelöste Nährstoffe[2]) und noch dazu in reichlicheren Mengen enthalten, dauert ihre Bildung fort. Bringt man sie aber auf ein festes Substrat, das vorzüglich aus Kohlehydraten in unlöslicher Form besteht, wie Brot und Holz, dann hört die Oidienbildung an den Mycelien bald vollständig auf, und sie gehen in das typische, schnallen-

[1]) Pflaumenauszug und Bierwürze.

[2]) Es wurden auch vergleichende Culturen der Oidien in Reagensgläsern ausgeführt, welche mit verschiedenen sterilen Nährflüssigkeiten beschickt waren. Es zeigte sich, dass die Oidien in den zuckerhaltigen Nährlösungen (Bierwürze, Milchserum, Holzdecoct) schliesslich zu Mycelien auswachsen, welche nur geringe Oidienfructification erkennen lassen.

führende Basidienmycel über, wie ich es später noch genauer beschreiben werde. Fig. 4 zeigt eine Brotcultur, welche in der Mitte mit Oidien besät wurde und in welcher der Uebergang in das Basidienmycel und die Ausbreitung desselben sehr deutlich zu erkennen ist[1]). Da die Oidienmycelien in geeigneten Nährlösungen fortlaufend gezogen werden können, aber sogleich in die höhere Basidienform übergehen, wenn sie unter veränderte Ernährungsbedingungen gebracht werden, so nehme ich an, dass beide Mycelformen, ähnlich wie es bei *Sporodinia* der Fall ist, verschiedene ernährungsphysiologische Functionen besitzen und dass auch hier mit der Veränderung dieser Functionen die Veränderung der Gestaltung verknüpft ist.

Um die Fruchtkörper von *Hypholoma* und *Pholiota* zu erziehen, ging ich von einem Oidium aus. Die einzelnen Oidien wurden in sehr kleinen Tropfen Bierwürze auf dem Objectträger angezogen und nachdem das kleine Mycelium wieder in Oidien zerfallen war, wurden dieselben in grössere Tropfen übertragen. Erst die Oidien einer reinen Tropfencultur dritter Generation wurden zur Aussaat auf Brot und Holz verwendet, weil sich nach der Gewöhnung an die Nährlösung die Wachsthumsenergie bedeutend steigert. (Eine Brotcultur drei Wochen nach der Aussaat zeigt die Fig. 4.) Zur Holzinfection wurden kleine Holzstückchen des Wurzelholzes eines Pappelbaumes verwendet, welche in kleinen gläsernen Culturgefässen auf eine etwa fingerdicke Schicht feuchten Sandes gelegt und mehrmals im Dampftopfe sterilisirt wurden. In einigen Culturen war das Holz vorher mit etwas Bierwürze getränkt worden. Es dauerte etwa vier Wochen, bis das Holz vollständig durchwachsen war, und auf der Oberfläche des getränkten Holzes fand ausserdem reichliche Oidienbildung statt. Die so erhaltenen Reinculturen wurden nun zur Infection grösserer quadratischer (etwa 6 cm im □) ebenso behandelter Holzstücke benutzt, wie sie die Fig. 5 darstellt. Die Infection dieser Stücke erfolgt jetzt bedeutend schneller, und die mehr als sechsmal so grossen Stücke werden etwa in der Hälfte der Zeit durchwachsen. Diese Holzstücke, welche z. Th. vorher in flache Scheiben gespalten waren, wurden nun zur Infection grösserer, zumeist in umfangreichen Blumentöpfen befindlicher Holzculturen benutzt. Auch jetzt ging die Infection bedeutend schneller vor sich als vorher. Da sich auch *Copr. sterquilinus* und die übrigen in Cultur befindlichen Basidiomyceten-Mycelien ähnlich verhielten, so lässt sich auch von ihnen[2]) aussagen, dass ihre Wachsthumsschnelligkeit und damit zugleich ihre Infectionskraft unter günstigen Bedingungen sich proportional dem zeitlichen und räumlichen Fortschritt ihrer Ausbreitung bedeutend steigert[3]).

---

[1]) Welche Factoren den Uebergang des Oidiummycels in das höhere Basidienmycel, z. B. auf Brot, herbeiführen, liess sich in exacter und einwandfreier Weise leider nicht feststellen. Auf Holz fand ich an der Oberfläche in einigen Fällen auch noch geringe Oidienbildung.

[2]) Vergl. Das Verhalten der Mycelien von *Sporodinia* etc., l. c.

[3]) Wenn man die so angelegten Culturen dieser Pilze verfolgt, so vergleicht man ihr Umsichgreifen unwillkürlich mit einem Feuer, das man aus kleinen Anfängen

Nachdem nun das Holz in den Culturen von den Mycelien durchwachsen war, begann noch nicht sogleich oder in kürzerer Zeit die Fruchtkörperbildung, wie bei den mistbewohnenden Agaricinen. Erst dreizehn Monate nach der Aussaat, am 15. October 1901, erschienen in einer der grösseren Culturen die ersten sechs Fruchtkörper in vollkommen normaler Ausbildung und einen Monat später auf demselben Holzstück drei ebenso gut ausgebildete Exemplare, von welchen das Bild 6 der Tafel 14 angefertigt ist. Wenn schon in den künstlichen Culturen unter den denkbar günstigsten Bedingungen des Substrates und der Temperatur mehr als 1 und $^1/_4$ Jahr dazu gehört, um von den Sporen ausgehend die Fruchtkörper zu erhalten, dann dürfte das in der Natur weit längere Zeit in Anspruch nehmen. Vier Monate später, also siebzehn Monate nach der Aussaat, erschienen darauf die ersten Fruchtkörper auf einem kleineren Holzstück, welches in mässig feuchtem Sande aufbewahrt wurde. Nachdem diese abgeblüht waren, trat nach einem weiteren Monat im März dieses Jahres eine zweite Generation von Fruchtkörpern auf, welche die Photographie No. 5 der Tafel 14 veranschaulicht. Es wurden in der Regel mehr Fruchtkörper angelegt, als ernährt werden konnten, und in dem vorliegenden Falle wurden nur drei Fruchtkörper zur Sporenreife entwickelt, einer von ihnen war dabei besonders bevorzugt. Die Holzstücke, auf denen die ersten Fruchtkörper entstanden, waren bereits derart verändert, dass man sie mit den Fingern leicht zerbröckeln konnte. Trotzdem wurden z. B. auf dem Holzklötzchen Fig. 5 diese zwei Generationen von Fruchtkörpern ausgebildet, und es ist augenblicklich Mitte Mai bereits eine dritte Generation von Fruchtkörpern in der Entwickelung begriffen. Die Zufuhr der Feuchtigkeit durch ein das Substrat umgebendes, leicht durchfeuchtbares und nährstoffarmes Medium, wie es der Sand ist, scheint mir auch hier für die ausgiebige Bildung der Fruchtkörper am zweckmässigsten zu sein. Der Sand war in allen Fällen von den Mycelien des Pilzes durchwachsen, liess sich aber trotzdem leicht durchfeuchten und zeigte stets den characteristischen Waldgeruch, wie man ihn im Walde beim Aufdecken eines Moosrasens besonders deutlich wahrnimmt.

Der characteristische Geruch des Waldbodens rührt also von den Basidienmycelien der höheren Pilze her. Er zeigt uns an, dass hier die höheren Fadenpilze die Oberhand besitzen und dass sie es sind, welche die organischen Reste des Waldbodens aufzehren. Diese sind in ihrer obersten Schicht in der Regel zu ausgetrocknet, um sogleich für die Mycelien angreifbar zu sein, erst wenn im Herbste neuer Laubfall den Boden bedeckt und die bedeckten Blätter und Nadeln genügend durchfeuchtet sind, können sie von unten her durch die bereit liegenden Mycelien befallen werden. Während des Sommers erschöpft sich die vorhandene Nahrung und gleichzeitig die vegetative Vermehrung

---

allmählich grösser werden sah. Wie man, um ein Feuer anzulegen, erst einen kleinen Spahn entzündet und von ihm das Feuer weiter überträgt, so auch verfährt man am besten bei der Cultur dieser Pilze.

der Mycelien allmählich, und sie beginnen alsdann im Herbste zu fructificiren, besonders wenn warmer Regen ihnen genügende Feuchtigkeit zuführt. Dass es diese und ähnliche, mit den verschiedenen Jahreszeiten verknüpfte Einflüsse sein müssen, welche das Auftreten der grossen Waldpilze im Herbste etc. bedingen, geht schon daraus hervor, dass die bisher von mir cultivirten Hutpilze in den Wintermonaten zur Entwickelung gelangten.

Schliesslich konnte ich bei der Cultur von *Hypholoma* noch einige Anhaltspunkte darüber gewinnen, wie sich die Mycelien von *Hypholoma* in der Erde verbreiten. Zu diesem Zwecke brachte ich grössere Holzculturen, welche sich in viereckigen Holzkästen befanden, auch solche in Blumentöpfen, in freies Gartenland. Es zeigte sich, dass nach einigen Monaten mehr oder weniger dicke Mycelstränge an verschiedenen Stellen aus dem Holze heraustraten und in die umgebende Erde hineinwuchsen. Diese Stränge zeigen aber niemals eine morphologische Differenzirung wie etwa diejenigen des Hallimasch, sie besitzen vielmehr die Fähigkeit, sich wieder vollständig in dünnere Stränge und bis in die feinsten Mycelien zu zerlegen. Die Zertheilung und Ausbreitung eines solchen Stranges bei Berührung mit einer im Boden befindlichen Thonplatte zeigt die Fig. 7.

Derart verbreiten sich die Mycelien auch im Erdboden, und sie lassen sich viele Centimeter weit verfolgen. Wo organische Reste, wie Blätter etc., sich im Boden befinden, werden sie theils fein umsponnen, theils von dünnen und dicken, weiss bis schwefelgelb gefärbten Strängen überzogen, genau wie es in jedem Waldboden zu sehen ist. So sorgen die vegetativen Mycelien gewiss in erster Linie für die Verbreitung dieses Pilzes.

Hier ist es nun zum ersten Male gelungen, aus einem Oidium die normalen Fruchtkörper eines holzbewohnenden Blätterpilzes zu erziehen, dessen Cultur ebensowenig wie diejenige verwandter Formen bisher noch nicht in Reincultur gelungen war. Wenn man bedenkt, dass ein einzelnes Oidium, nicht viel grösser als ein Bacterium, durch drei Generationen von der Mutterzelle getrennt, welche ihm die Eigenschaften des mütterlichen Organismus übertragen hat, befähigt ist, die Formen eines so hoch differenzirten Fruchtkörpers in sich verborgen zu tragen, so muss man den Mechanismus anstaunen, der einer lebenden Zelle innewohnen mag. Hier wird es aber verständlich, dass eine Zelle diese Qualitäten schliesslich doch verlieren muss. Wenn wir uns vorstellen, dass ein Oidium unter Lebensbedingungen kommt, die der weiteren Oidienbildung günstig sind, aber nicht die Rückkehr in die höhere Form gestatten, und dass diese Bedingungen fort und fort bestehen bleiben, so werden die Oidien der x-ten Generation schliesslich die Fähigkeit nicht mehr besitzen, die höhere Fruchtform auszubilden, selbst wenn die dafür günstigen Bedingungen vorhanden sind [1]). Wenn nun der höhere Organismus bestehen bleibt, so werden sich derartige Fälle wiederholen, und es ist denkbar, dass es in der Natur beispielsweise Oidien geben kann, die

[1]) So erklärt sich die grosse Zahl der *Fungi imperfecti*.

von der höheren Form verschieden lange getrennt sind, und die sich mehr oder weniger leicht in diese zurückführen lassen [1]).

Man kann nun aber noch einen Schritt weiter gehen und sich vorstellen, dass solch ein abgetrennter Organismus, indem er die alten Qualitäten verliert, neue erwirbt, um sich den neuen Lebensbedingungen in höherem Maasse anzupassen. So kann er die Grösse und das Wachsthum verändern und denjenigen Bildungen unähnlich werden, von denen er selbst abstammt [2]). Schliesslich ist noch ein dritter Fall möglich, dass er Organe neu erwirbt, welche vollkommen übereinstimmen mit den Organen gleicher Anpassung von Organismen ganz anderer Abstammung [3]).

Die Culturen der Oidien von *Pholiota mutabilis* (Schaeff.) sind in nichts verschieden von den besprochenen Culturen von *Hypholoma fasciculare* (Huds.). Fruchtkörper sind bisher noch nicht erschienen.

Bemerkenswerth ist noch die Thatsache, dass die Sporen dieser Formen in den kalten Auszügen ihrer eigenen Hüte leicht auskeimen und weiterwachsen. Die Fruchtkörper stehen gewöhnlich in grosser Anzahl zusammen, sie schleudern ebenfalls ihre Sporen ab [4]), und man findet, dass sie sich gegenseitig mit ihren Sporen bestäuben. Lässt man einen solchen Fruchtkörper auf feuchtem Moos liegen, so findet man die Sporen auf ihm ausgekeimt. Eine Reihe von Versuchen, die ich angesetzt habe, um mit solchen angestäubten Fruchtkörpern Infectionen von Holz etc. auszuführen, führten aber zu keinem Erfolge, weil die Verunreinigungen unter den künstlichen Bedingungen stets die Oberhand gewannen.

Collybia velutipes (Quelet).

(Tafel 15.)

Diese holzbewohnende Form repräsentirt einen eigenen Typus. Sie gehört zu der engeren Gattung *Agaricus,* hat weisse Sporen und bildet ihre Hüte ganz frei am Stiele aus, ohne Hülle und Schleier, früher oder später. Stiel und Hut sind hier von einander unabhängiger, freier [5]). Die Oidienfructification hat bei diesem Pilze einen viel höheren Grad der Differenzirung erreicht als bei den bisherigen Arten. Sie bildet hier nicht bloss ein, kurze Zeit und nur in kleinen Umfängen nachweisbares Stadium, das vollkommen überwunden ist, sobald die höhere Form einsetzt, sondern sie bleibt in den

---

[1]) Vielleicht wird es so verständlich, dass von einem allbekannten *Fungus imperfectus* plötzlich einmal eine höhere Fruchtform gefunden wird.

[2]) Dies kann bei *Oidium lactis* der Fall sein.

[3]) Dieser Fall kann bei der Sporenbildung der Hefen vorliegen, welche Brefeld ebenso wie *Oidium lactis* als Nebenfruchtformen, den Ascomyceten zugehörig, angesprochen hat.

[4]) Das Abwerfen geschieht zu manchen Zeiten andauernd in ganz kurzen Intervallen und in bestimmten Richtungen.

[5]) In einigen auch bereits in der Einleitung erwähnten Brotculturen kam ein hutloser Stiel zur Entwickelung, an dem sich erst später ein sehr kleiner Hut entwickelte.

künstlichen Culturen neben ihr bestehen, so dass beide Fruchtformen des Pilzes fast gleichwerthig erscheinen. In den folgenden Untersuchungen, welche dies darthun, wurde der Pilz unter den gleichen Bedingungen cultivirt wie *Hypholoma* und *Pholiota*. Der Objectglasculturen ist bereits in der Einleitung Erwähnung gethan.

Fig. 2 ist das Bild einer Plattencultur, in der viele Oidien in dem noch flüssigen, auch bei *Hypholoma* verwendeten Mistdecoct-Agar-Agar vertheilt wurden, neun Tage nach der Aussaat. Die Oberfläche ist von dem zerfallenen Oidienmycel wie mit Mehl flockenförmig bestreut. Bei vereinzelter Aussaat erhält man die Oidiencolonieen nach ihrem Zerfall in deutlicher Umgrenzung — Fig. 1 —, analog den viel geringeren Bildungen bei *Hypholoma*. Es ist bemerkenswerth, dass hier der Zerfall erst vierzehn Tage nach der Aussaat, also fünf Tage später auf demselben Nährboden eingetreten ist, als in Fig. 2 bei reichlicher Oidienaussaat. Es illustrirt dies die grosse Bedeutung, welche die Menge der Keime für die Ausbreitung des Pilzes besitzt. Tränkt man kleine Holzstückchen mit einer Nährlösung und impft sie dann mit den Oidien des Pilzes, so durchwachsen die Mycelien das ganze Holz, und auf der Oberfläche desselben findet die reichste Oidienbildung statt, wie das Fig. 3 zeigt. Ueberträgt man einen oidienbewachsenen kleinen Holzspahn auf feuchtes sterilisirtes Moos, so überzieht das Oidienmycel alsbald die ganze Oberfläche desselben. Dieser Versuch illustrirt so recht die Bedeutung der Oidienbildung für die Verbreitung des Pilzes in der Natur — Fig. 4 —. Die üppigste Ausbildung des Oidienmycels habe ich auf (trockenem) Brot beobachtet, das mit einer fast fingerdicken Schicht des typischen Oidienmycels wie mit Schneeflocken bedeckt war. (In Fig. 7 ist das Brot auch mit Oidienmycel bedeckt.) Es ist wohl bloss zufällig, dass die Nebenfruchtform dieses ausgesprochensten Winterpilzes die Schneeflocken imitirt. Bei üppiger Ausbildung besteht dieses eigenthümliche Luftmycel aus lockeren Strängen, welche sich aus wenigen dünneren und einzelnen auffallend dicken und mit Schnallen versehenen Mycelien zusammensetzen. An diesen Mycelsträngen, welche sich weit verbreiten können (Fig. 4), entstehen allenthalben Auszweigungen, die sich zu stecknadelkopfgrossen Aggregaten zusammenrollen und total in Oidien zerfallen. Diese stellen dann in der Luft gebildete Oidiencolonieen dar, welche von unzerfallenen Hyphen locker eingehüllt, durch Mycelstränge mit einander verbunden sind und bei der Präparation in hunderte von Oidien zerfallen. Es unterliegt wohl keinem Zweifel, dass diese eigenartige Oidienfructification für die Zwecke der Verbreitung durch Insekten so eingerichtet ist, dass stets eine ganze Summe von Colonieen, durch unzerfallene Fäden verbunden, an einem spitzen Gegenstande hängen bleiben, mit dem man dieselben berührt. Wenn man im Winter diesen Pilz überall aus Rissen und Spalten von Bäumen hervorbrechen sieht, so wird man annehmen müssen, dass er hierher nur durch die Thiere verschleppt worden ist, welche sich an diesen Standorten aufhalten. Wer solche Pilzculturen einmal ausgeführt hat, der weiss, wie lange

es dauert, ehe man von einem Oidium aus eine üppige Reincultur erhalten kann, in wie kurzer Zeit dagegen viele Sporen den Nährtropfen durchwachsen, und dass andere Keime dann garnicht aufkommen können. Wenn *Collybia velutipes* allgemein verbreitet ist, so verdankt er das gewiss auch der Infectionstüchtigkeit der Oidiencolonieen, welche mit hunderten von Schläuchen auf einmal das Substrat befallen können. Eine Verbreitung der Oidien durch den Wind erscheint ganz ausgeschlossen, auch sind die Infectionen dieses Pilzes stets local begrenzte, sodass eine Verbreitung durch vegetative Mycelien, wie dies bei *Hypholoma* der Fall ist, wohl auch nicht stattfindet [1]).

Gleichzeitig mit der Oidienbildung findet nun auch, wie das schon eingangs mitgetheilt wurde, die Ausbildung der Fruchtkörper statt. Während auf der Oberfläche sowohl des Brotes als auch des Holzes in den geschützten künstlichen Culturen Oidienbildung stattfindet, ist das Innere dieser Substrate mit dem Basidienmycel durchwachsen, und es findet hier keine Oidienbildung statt.

Eine grössere Zahl vergleichender Brotculturen [2]) ergab nun das Resultat, dass auf wenig Wasser enthaltenden Brotstücken die Ausbildung der Oidien gefördert und diejenige normaler Fruchtkörper unterdrückt ist, und dass umgekehrt auf ausgewässertem, wasserdurchtränktem Brote normale Fruchtkörper- und geringe Oidienbildung statthat [3]). Etwa $2^1/_2$ Monate nach der Aussaat sind die Substrate ganz durchwachsen und zur Fruchtkörperbildung befähigt. Fig. 6 zeigt nun die normale Fruchtkörperbildung auf einem myceldurchwachsenen Stück Brot, welchem die nöthige Feuchtigkeit dadurch zugeführt wurde, dass es in feuchten sterilen Sand gelegt wurde [4]), wie das bei *Coprinus sterquilinus* beschrieben wurde und aus dem Bilde ersichtlich ist.

In Fig. 7 sehen wir ganze Fruchtkörperfamilien auf einem Brotstücke, das reichlich durchwässert und mit grösseren Stücken bereits durchwachsenen Brotes inficirt wurde. Die Fructification beginnt hier sogleich und zwar ausschliesslich auf den übertragenen Brotstücken. Das neue Brot liefert wohl zunächst nur die nöthige Feuchtigkeit und wird erst später langsam durchwachsen. Auf diesem Wege gelingt es am schnellsten und einfachsten, reichliche Fruchtkörperbildung dieses Pilzes herbeizuführen. Dass hier auf einem kleinen Stückchen Brote, sobald nur genügende Feuchtigkeit zugeführt wird, normale Fruchtkörper sogleich

---

[1]) Auch habe ich niemals eine Vereinigung der Basidienmycelien zu Strängen beobachten können; hier sind es also vorzugsweise die oidienbildenden Mycelien, welche die Verbreitung übernehmen.

[2]) Die Anwendung des Brotes ist vor 30 Jahren von Brefeld zuerst für Culturzwecke empfohlen worden.

[3]) Trotzdem ich das Verhältniss von Wasser und Brot stets bestimmt habe, hat es doch keinen Zweck, diese Zahlen hier anzuführen, weil die Beschaffenheit des Brotes zu verschieden ist, um sichere Anhaltspunkte zu gewähren.

[4]) Bei *Hypholoma* und *Pholiota* konnten auf diesem Wege keine Fruchtkörper gezogen werden, weil das nicht sterilisirbare Brot bei monatelangem Feuchtliegen durch Bacterien schliesslich verändert wird.

gezogen werden können, beweist, dass zu ihrer Bildung eine local sehr begrenzte Infection ausreicht. Das Brot eignet sich für diese Versuche besonders, weil es grosse Mengen Wasser aufnimmt und seine saure Reaction das Wachsthum der Bacterien beeinträchtigt. Doch muss man stets dafür sorgen, dass es durch zu lange Einwirkung höherer Temperaturen nicht verkleistert wird. Auch das Pappelholz[1]) ist für die Anzucht der Fruchtkörper von *Collybia velutipes* sehr geeignet; man verfährt dabei ebenso, wie ich es bei *Hypholoma* angab[2]), und erzielt dann nach Verlauf von einigen Monaten leicht normale Fruchtkörper, wie sie in der Fig. 8 der Tafel 15, aus einem Oidium auf Pappelholz gezogen, dargestellt sind. So grosse Culturen längere Zeit steril zu erhalten, erfordert viele Mühe, man kann aber ebenso leicht auf kleineren Holzstücken dasselbe Resultat erreichen, wenn man für genügende Feuchtigkeit zu sorgen weiss.

Auch in der Natur kann man verfolgen, wie der Pilz zu fructificiren beginnt, wenn in der kälteren Jahreszeit die Risse und Spalten in Bäumen etc. sich weiter öffnen und Regen resp. Schneewasser die local inficirten Holz theile längere Zeit durchfeuchtet. In der Cultur sind die Pilze in jeder Jahreszeit erhältlich.

Es soll noch bemerkt werden, dass die Anzucht der Fruchtkörper auf Brot und Holz durch den Zusatz beliebiger gelöster Nährstoffe oder Nährstoffmischungen in nichts gefördert, oft aber geschädigt wurde.

Collybia velutipes ist der einzige holzbewohnende Hutpilz, dessen Cultur bereits einmal von den Franzosen Costatin und Matruduot (Comptes rendus des sciences de l'académie des sciences, Tome 119, 1894, S. 752) in geschlossenen Glascylindern versucht worden ist. Sie gelangten dabei zu Fruchtkörpern von sehr kleinen Dimensionen und haben die Bedingungen ihrer normalen Ausbildung und rationellen Cultur nicht weiter verfolgt.

Diese Autoren geben auch an, dass die Cultur essbarer, holzbewohnender Pilze bereits in alten Zeiten bekannt gewesen ist, dass sie augenblicklich noch in Japan in grossem Maassstabe betrieben werde und hier einen bedeutenden Export zur Folge habe. Die über diese Zucht von holzbewohnenden Pilzen bekannt gewordenen Angaben seien aber ganz rohe und unbrauchbare Culturmethoden.

4. Ein pilzbewohnender Hutpilz.

Collybia tuberosa (Quelet).

(Tafel 16.)

Von allen Basidiomyceten, welche Brefeld cultivirt hat, besitzen drei kleine *Collybia*-Arten: *tuberosa, racemosa* und *conigena* die reichste und ausgesprochenste Oidienbildung.

Brefeld sagt darüber auf S. 59 des VIII. Heftes folgendes: „Die Reihenculturen von Oidien sind länger als sechs Wochen in der bekannten Art

[1]) Die Infection auf andere Hölzer ist nicht versucht worden.

[2]) Auch kann man inficirtes Brot übertragen.

fortgeführt, ohne dass es zur Bildung der wirklichen Mycelien kam. — Nehmen wir den Fall, dass die Culturen nicht von den Basidiensporen der *Collybia conigena* ihren Ausgang genommen hätten, sondern von Oidien, die zufällig an einer Stelle gefunden und zur Untersuchung herangezogen wären, so würde bei der endlosen Zergliederung die Annahme nahe gelegt sein, dass es sich hier um einen Organismus eigener Art handele, welcher gleich einem Spaltpilze in rhythmischer Folge fadig auswachse und sich zergliedere.“

Ich habe nur eine Art, *Collybia tuberosa* Onelet, eingehend untersucht, sodass ich die Entwickelungsgeschichte dieser interessanten Form ausführlich berichten kann. Schon der Umstand, dass wir in dieser Art einen der höchstdifferenzirten Pilze vor uns haben, welcher auf nahe verwandten Pilzformen saprophytisch lebt, macht diesen Organismus zu einem interessanten Object biologischer Forschung.

Die Sclerotien[1]), welche im Herbst in faulenden Fruchtkörpern vieler Agaricinen gefunden werden, wurden in feuchten Sand gelegt, und nach 1½ Monaten konnte ich von den Hüten der ausgekeimten Fruchtkörper die Sporen rein auffangen und cultiviren. Das Ergebniss von Objectträgerculturen ist bereits von Brefeld eingehend beschrieben worden (l. c.). Ich habe die Oidien nun aber unter verschiedenen Bedingungen cultivirt und ihren Zerfall sowohl in festen durchsichtigen Substraten, als auch auf Pilzfruchtkörpern, ihrem natürlichen Substrate, genauer verfolgt. Die aus zahlreichen Culturen und Beobachtungen gewonnenen Resultate seien hier in kurzer Zusammenfassung mitgetheilt. Sie sind besonders desshalb von Interesse, weil die äussere Morphologie des Oidienmycels vollkommen übereinstimmt mit derjenigen der Bacterien, und weil man hier den Uebergang dieses Gestaltungstypus in denjenigen der höchsten Fadenpilze auf das klarste verfolgen kann.

Das Oidienmycel.

I. Die Formen des Zerfallsmycels.

1. Es zerfallen Fäden, die lang ausgewachsen und wiederholt verzweigt sind (Gestalt des Basidienmycels); sie kommen vor in älteren, sternförmigen Oidiencolonieen in Mistdecoct- etc. Agar-Agar.
2. Die Zerfallsfäden sind lang ausgewachsen und einfach verzweigt. Gleichfalls von Agar-Agar-Platten.
3. Es zerfallen Fäden, die lang ausgewachsen und unverzweigt sind. Auf Objectträgern.
4. Die Fäden der Mycelien sind noch kurz, da beginnt schon der totale Zerfall. Typischer Zerfall kleiner bis kleinster Mycelien. In allen Nährmedien. Gewöhnliches Zerfallsbild. (Fig. 1 u. 5.)

---

[1]) Sie wurden mir durch die liebenswürdige Vermittelung des Herrn Geheimrath Brefeld sowohl von Herrn Herpell aus St. Goar als auch von Herrn Kappenberg aus Münster übersandt; beiden Herren spreche ich hierfür meinen besten Dank aus.

5. Die Oidien wachsen zu einem sehr kurzen Faden aus, der sich nur noch in zwei Oidien theilt. In Nährtropfen, die bereits mit Oidien angefüllt sind.

II. Die Zerfallsstadien des Oidienmycels.

1. Die Fäden zerfallen centripetal in grössere Abschnitte. I. Zerfallsstadium. (Fig. 1.)
2. Die grösseren Abschnitte oder die Mycelien selbst zerfallen in kleinere Abschnitte. Mittleres Zerfallsstadium. Aus jüngeren Culturen auf Agar-Agar oder Hutpilzen. (Fig. 2.)
3. Die grossen und mittleren Abschnitte zerfallen in die Endglieder des Zerfalles. III. Zerfallsstadium. Typische gewöhnliche Oidien. (Fig. 3.)

III. Die Gestaltsveränderung der Oidien.

1. Die typische rectanguläre Gestalt der Oidien. (Fig. 3.)
2. Die abgerundete, ovale Gestalt der Oidien (Conidienform); aus älteren Colonieen mit beendetem Wachsthum. (Fig. 4.)
3. Die sprossende Gestalt der Oidien (Hefeform); aus alten bacterienhaltigen Colonieen.

Abgesehen von den verzweigten Formen des Zerfallsmycels, in denen sich eine höhere Pilznatur kundgiebt, gleicht der Zerfall und die Gestaltsänderung der Oidien genau den entsprechenden Bildungen bei den Bacterien[1]). Es soll nicht unerwähnt bleiben, dass sich die Oidien mit Anilinfarben, wenn auch weniger leicht und intensiv als die Bacterien, färben lassen.

Wie das mikroskopische Zerfallsbild, so gleicht auch die makroskopische Erscheinungsform des Oidienmycels derjenigen der Bacterien: das ist die typische Colonieenbildung.

Die Oidiencolonieen.

Fig. 7 zeigt die Colonieenbildung auf Mistdecoct-Agar-Agar bei vereinzelter Oidienaussaat, zwölf Tage alt. Die Colonieen gleichen äusserlich vollständig Bacteriencolonieen. Wie eine Colonie zu Stande kommt, und wie sie bei 60facher Vergrösserung aussieht, das zeigt das Bild No. 6, in der Durchsicht photographirt. Aus dem Oidium der Aussaat entstand ein kleines Mycel, welches zerfiel, die einzelnen Oidien wuchsen wieder zu kleinen Mycelien heran, immer nach den Richtungen, die noch nicht von Mycelien durchwachsen sind; diese zerfallen dann wieder und so fort. So entstehen grosse Massen von Oidien, welche zusammenliegen und das colonieenförmige Aussehen bedingen. Wachsen einzelne Oidien zu längeren Fäden aus, so wird die Colonie unregelmässige Umrisse erhalten. Wenn die Colonieen älter werden, so können die Oidien derselben plötzlich länger auswachsen (Zerfallsform I), bevor sie zerfallen, um sich dann wieder durch sehr kurzes

[1]) Vergl. z. B. die Zerfallsbilder von *Bact. merismopedioides* Zopf, *Bact. Zopfii* Kurth etc.

Auswachsen zu vermehren. So entstehen dicke Oidienstränge, die sich von der ursprünglichen Colonie strahlenförmig in das umgebende Nährmedium erstrecken und ihr ein sternförmiges Aussehen verleihen (Sterncolonieen)[1]). Je nährstoffreicher der Nährboden ist, auf dem die Colonieen sich bilden, um so regelmässiger und grossartiger ist der Zerfall. Wenn man auf der Oberfläche einer Agar-Agar-Platte, welche reich an gelösten Nährstoffen ist, Strichculturen von Oidien ausführt, dann erhält man hefeartige Oberflächencolonieen, wie sie die Fig. 8 veranschaulicht. Die aus einem Oidium auf der Oberfläche erwachsene Colonie hat eine regelmässig runde Gestalt mit vertieftem Centrum und aufgewölbtem Rande. Je näher die einzelnen Colonieen neben einander liegen, um so sehneller treten sie mit einander in Berührung und verschmelzen zu einer gemeinsamen Colonie, deren Ursprung aus vielen Colonieen nach kurzer Zeit nicht mehr zu sehen ist. Die Gesammtheit solcher verschmolzener Colonieen bildet auf der Oberfläche der Agar-Agar-Platte eine dichte zusammenhängende Haut von ziemlich gleichmässiger Dicke. Sie ist auf der Oberfläche ganz glatt und scharf begrenzt, ihre Consistenz ist wachsartig. Bringt man ein kleines Stückchen dieser Oidienhaut in einen Tropfen Wasser, so zerfällt sie in tausende von Oidien, von den Formen der Fig. 2 u. 3.

Das Wachsthum dieser ziemlich gleichmässig dicken Haut findet anscheinend nur in der Flächenrichtung und andauernd statt, sodass die gekröseartige Faltung entsteht, welche dieser Bildung ihr charakteristisches Aussehen verleiht. Fig. 8.

Die Oidiencolonieen, welche bei oberflächlicher Aussaat auf den Pilzfruchtkörpern entstehen, gleichen durchaus denen auf den nährstoffreichen Agar-Agar-Nährplatten. Fig. 9 zeigt die einzelnen Oidiencolonieen auf den Lamellen und dem Fruchtstiele sterilisirter Fruchtkörper von *Collybia velutipes,* welche auf feuchtes Moos gelegt wurden, damit der Fruchtkörper andauernd und gleichmässig feucht bleibt. Fig. 10, dasselbe Culturbild stärker verkleinert, zeigt das Verschmelzen der Colonieen zu Oidienhäuten einige Tage später. Auch in Nährlösungen auf Objectglasculturen und in grösseren Flüssigkeitsmengen sieht man die Colonieenbildung, wenn die Gefässe vor Erschütterungen bewahrt bleiben.

Das Basidienmycel.

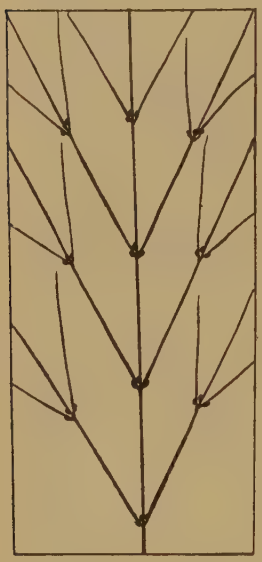
Ganz plötzlich bedecken sich die Oidiencolonieen mit einem dichten Ueberzuge langer, weisser, schnallenführender Mycelien:

---

[1]) Die Entstehung dieser sternförmigen Colonieen ist so zu erklären, dass die Oidiencolonie die Nährstoffe der Umgebung an sich gezogen hat, und dass die dadurch entstehende Verdünnung der Nährlösung das Auswachsen der Colonie zu langen Fäden, welche dem Basidienmycel gleichen, bedingt hat. Sobald diese Fäden aber wieder in concentrirtere Nährschichten gelangt sind, beginnt der Oidienzerfall aufs neue. Siehe später.

sie wachsen zu Basidienmycelien aus und treten damit in ein neues morphologisches Stadium über. Dieses Stadium zeigt im Anschluss an Fig. 10 das Bild No. 11. Die Basidienmycelien wachsen nach allen Richtungen sowohl in die Pilzfruchtkörper und in das Moos hinein, als auch an die Oberfläche; doch verbreitern sie sich nicht weit über den Bezirk, welcher von den Oidiencolonieen besetzt ist; man kann frisch sterilisirte Fruchtkörper daneben legen, sie wachsen nicht oder nur sehr langsam hinein und haben hier also nicht die Functionen der Verbreitung zu erfüllen, welche dem Oidienmycel zukam.

Dieses Basidienmycel, wie ich es bei allen von mir cultivirten grossen Basidiomycetenformen kennen gelernt habe, ist von den Oidienmycelien wie von den Mycelien der anderen Pilze, der Phyco- und Ascomyceten, typisch verschieden und durch das hierunter befindliche Schema charakterisirt.



Zumeist ist es ausgezeichnet durch den schnurgeraden Verlauf der einzelnen Fäden. Die Verzweigungen werden fast regelmässig opponirt angelegt und setzen in ziemlich gleichem und spitzem Winkel an die Hauptfäden an. Kurz oberhalb der Stelle, wo die opponirten Aeste ansetzen, befinden sich in der Regel die Schnallen. Es ist auf diese Weise jedem Mycelfaden seine Wachsthumsrichtung gleichsam vorgeschrieben, so dass eine totale Besiedelung fester Substrate, in denen keine gelösten Nährstoffe die Ausbreitungsrichtung beeinflussen, möglich ist. Auch entstehen keine Krümmungen, die der Leitung hinderlich sind. Die Anzahl der Verzweigungen eines Hauptfadens nimmt mit dem zeitlichen Fortschritt der Ausbreitung ständig zu in mehr oder weniger keilförmig verbreiterten Umrissen, entsprechend einem Segment desjenigen kreisförmigen Ausbreitungsbezirkes, welcher durch die Summe aller von einem Punkte sich ausbreitenden Mycelfäden total durchwachsen wird.

Ueber die Bedingungen, welche den Uebergang aus dem bacterienähnlichen Zustand in denjenigen der höheren Fadenpilze zur Folge haben, konnte ich nun Folgendes beobachten.

Niemals ging ein einzelnes Oidium oder wenige Oidien in den höheren Zustand über. Aus jedem Oidium erwächst stets erst ein kleines Mycelium, welches zerfällt, aus jedem zerfallenen Mycelium wird eine Oidiencolonie. Erst die Colonie, die Gesammtheit vieler Oidien, geht in den höheren Mycelzustand über. Die Oidienbildung muss erst den morphologischen Charakter einer Colonie erreicht haben, bevor der Uebergang in das höhere Stadium erfolgt. Die Colonieen können aber einen geringeren oder grösseren Umfang erreichen, bevor sie

in die höhere Form übergehen. Das auslösende Moment für diesen Uebergang möge aus den folgenden Versuchen ersichtlich werden:

1. Auf Objectträgern. Je concentrirter die Nährlösung ist, um so reichlicher ist die Oidienbildung, und das Auswachsen zum Basidienmycel erfolgt erst, wenn die Colonieenbildung einen dem Nährstoffgehalt der Lösung entsprechenden Umfang angenommen hat. Die beste Nährlösung für diese Beobachtungen ist Bierwürze mit etwas Zusatz von Pilzdecoct. (Tafel 16, Fig. 6 u. 7.)

2. In Reagensgläsern, welche etwa bis zu einem Drittel mit sterilen Nährlösungen in verschiedener Concentration angefüllt wurden (als Nährlösungen wurden verwendet: Bierwürze, Milchserum, Mistdecoct, Pilzdecoct, Holzauszug und Mischungen dieser Lösungen), ergab sich gleichfalls das übereinstimmende Resultat, dass die Oidienbildung um so reichlicher stattfindet (meist auch um so länger dauert), je concentrirter die Nährlösung ist. Die gebildeten Oidien und Oidiencolonieen befinden sich hauptsächlich am Boden der Flüssigkeit; sie bilden sich wohl zumeist an der Oberfläche, sinken aber zu Boden, sobald die Flüssigkeit erschüttert wird, während andrerseits die Basidienmycelien sich an der Oberfläche halten. Die Nährflüssigkeit, in welcher die Reinculturen der Oidien sich entwickelten, bleibt stets vollkommen klar. In Nährlösungen, welche arm an Kohlehydraten (also auch an aufnehmbaren Nährstoffmengen) sind, wie Mistdecoct und Pilzdecoct, findet nur geringe Oidienbildung und kein Auswachsen der Colonieen statt.

3. Auf festen künstlichen Nährsubstraten. Die Colonieenbildung in und auf festen Substraten ist bereits besprochen worden (Tafel 16, Fig. 1—4). Auch hier ist dasselbe zu beobachten, wie unter 2 und 3. Je nährstoffreicher das Substrat, desto reicher und anhaltender ist die Oidienbildung. Sie kann schliesslich das ganze Substrat ausfüllen, ohne dass ein Auswachsen erfolgt. (Tafel 16, Fig. 5.) Ist dagegen das Substrat sehr ungeeignet, dann findet wohl noch Oidienbildung, aber kein Auswachsen der Colonieen statt.

In Gelatinelösungen, welche nur anorganische Nährsalze enthalten, erfolgt die Bildung kleiner Colonieen, welche nicht mehr auswachsen können. Auch nach Zusatz von beliebigen Procenten Traubenzucker findet eine üppigere Oidienbildung und ein Auswachsen der Colonieen nicht statt, zum Beweis dafür, dass auch hier, ähnlich wie bei *Sporodinia*, die Gelatine als Stickstoffquelle eine ausgiebige Verwendung nicht finden kann. Dagegen wird die Gelatine bis zu einem Gehalt von 20% durch die Colonieen auf weite Strecken hin verflüssigt. Die Oidien besitzen daher in höherem Grade proteolytische Fermentwirkung.

Aus allen Versuchen geht hervor, dass als allgemeine Bedingung für die Ausbildung normaler Oidiencolonieen und für das Auswachsen derselben die genügende Ernährung anzusehen ist. In allen Fällen trat das Auswachsen

der Colonieen ein, sobald eine dem Gehalt der Nährlösung an aufnehmbaren Nährstoffen entsprechende Colonieenbildung stattgefunden hatte, und hieraus musste ich schliessen, dass es eine bestimmte Verdünnung der Nährlösung ist, welche auslösend für die Bildung der Basidienmycelien einwirkt.

Folgender Versuch scheint diese Auffassung zu bestätigen. Hebt man eine Oidiencolonie oder einen Theil derselben mit einem sterilen Messer vorsichtig ab und legt sie auf einen sterilen Gypsblock oder eine Thonplatte, welche mit Wasser oder sehr verdünnter Nährlösung getränkt sind, so findet alsbald das Auswachsen der Colonieen statt. Das Wasser oder die verdünnte Lösung wirkt hier, vermuthlich durch die Herabsetzung der Concentration [1]), als auslösender Reiz, denn wenn man die Colonie in concentrirte Nährlösung bringt, dann findet weitere Oidienbildung statt. Wenn aber die Verdünnung der Nährlösung die Entstehung des Basidienmycels auslöst, so ist anzunehmen, dass seine physiologische Function in der Aufnahme verdünnter Lösungen bestehe, und dass im Gegensatze hierzu das Oidienmycel concentrirte Nährlösung aufzunehmen habe. Es ist sehr einleuchtend, dass ein Mycel, welches total in einzelne Sporen zerfällt, concentrirtere Nährlösungen aufnehmen muss, wenn es sich die nutzlose Arbeitsleistung der Wiederausscheidung des Wassers ersparen will. In der Annahme, dass wir auch hier zwei Mycelformen von verschiedener Functionsweise bei demselben Organismus vor uns haben, werde ich vor allem bestärkt in dem gleichsinnigen Verhalten von *Sporodinia grandis* [1]), welche den gleichen Lebensbedingungen angepasst ist. Es würde also das Oidienmycel von *Collybia tuberosa* die morphologische Eigenart des vollkommenen Zerfalles in Oidien und der Coloniebildung, die physiologische Function der Aufnahme concentrirterer, leicht löslicher Nährstoffe und die biologische Aufgabe der Verbreitung einerseits und der schnellen Speicherung von Nährstoffen (im Kampfe mit Bacterien etc.) andrerseits besitzen.

Die Bedeutung des Basidienmycels werden wir aber erst im Folgenden genauer kennen lernen.

Das Stadium der Sclerotienbildung.

Sofort nach ihrer Entstehung treten die Basidienmycelien in ein neues (viertes) Entwickelungsstadium ein, welches unsern Pilz gleichfalls besonders auszeichnet, das ist die Bildung der Sclerotien.

Schon auf den Objectträgern kann man zugleich mit dem Auftreten der Basidienmycelien die sclerotischen Anlagen der Fruchtkörper entstehen sehen, welche in den feuchten Räumen der Glasglocken stielartig auswachsen. Die Anlage dieser Fruchtkörper geht ganz ähnlich von statten, wie es von Brefeld im 3. Hefte seines Werkes, S. 21 u. 22, für *Coprinus stercorarius*

[1]) R. Falck, Die Bedingungen und die Bedeutung der Zygotenbildung bei *Sporodinia grandis*. Cohns Beiträge zur Biologie, Band VIII, Heft II.

ausführlich beschrieben und auf der Tafel I und II abgebildet worden ist. Es treten an einzelnen oder mehreren benachbarten Fäden reiche Verzweigungen auf, mit zahlreichen Schnallen versehen und dicht an einander gelegen. Die Verzweigungen vermehren und verflechten sich zu dichten Knäueln, welche das jüngste Stadium der Fruchtkörperanlagen darstellen. Auf den Objectträgern sind alsbald sämmtliche Oidien verschwunden, sie sind alle zu Basidienmycelien ausgewachsen und haben ihre Inhaltsstoffe in diese entleert. Die Basidienmycelien haben verdünnte Lösung mit aufgenommen und sämmtliche Inhaltsstoffe der Oidien zum Aufbau der kleinen Fruchtkörperanlagen verwendet. Die Inhaltsstoffe der Oidiencolonieen sind mit Hülfe der Basidienmycelien zum Aufbau der Fruchtkörperanlagen verwendet worden. Diese wollen wir zunächst weiter verfolgen.

Die Bilder 12—15 führen die makroskopische Entwickelung der jungen Fruchtkörperanlagen auf ihrem natürlichen Substrate — den sterilisirten Fruchtkörpern von Hutpilzen[1]) — vor Augen. Die Aussaat erfolgte am 23. October 1900, am 2. December war die Colonieenbildung beendet und das Auswachsen zu den Basidienmycelien erfolgt. (Fig. 11.) Vier Tage später, am 6. December, wurden die feinen weissen Spitzen der jungen Anlagen sichtbar; diese wachsen an der Basis zu einem kugeligen Gebilde weiter, und wenige Tage später — Fig. 12 — haben die jungen Anlagen die typische Sclerotiengestalt angenommen, von der wir bei der Cultur ausgegangen waren. Es war daher zu erwarten, dass diese Gebilde sich noch vergrössern und zu den Sclerotien ausreifen würden. Nach weiteren vier Tagen, am 14. December, sah ich jedoch — Fig. 13, 14 —, wie die sclerotischen Anlagen sich streckten, wie die feine Spitze sich immer mehr scheibenartig verbreiterte, und wie schliesslich im Verlaufe von weiteren vierzehn Tagen die Fruchtkörper des Pilzes bis zur Vollendung ausgebildet wurden. (Fig. 16.)

Untersuchen wir jetzt die Fruchtkörper des *Agaricus deliciosus,* auf welchem die Entwickelung stattgefunden hat, so finden wir sie vollkommen ausgesogen und ihre Substanzen in die lebenden, sporenwerfenden Fruchtkörper von *Collybia tuberosa* umgewandelt. Von den Oidiencolonieen ist nichts mehr zu bemerken, auch die Basidienmycelien sind schon vergangen. Wie in den künstlichen Substraten, so hatte auch auf den Pilzfruchtkörpern die Bildung der Oidiencolonieen so lange stattgefunden, bis die leicht löslichen Nährstoffe resp. der grösste Theil derselben verbraucht waren. Sobald dann die Lösung die nöthige Verdünnung erreicht hatte, waren die Basidienmycelien entstanden, hatten Wasser oder wässerige Lösungen mit aufgenommen und die concentrirten Nährstoffe der Oidiencolonieen zu den von ihnen gebildeten Sclerotienanlagen heraufgeschafft. Die Sclerotien hatten das überflüssige Wasser in grossen Tropfen wieder ausgeschieden und waren unter den

[1]) Es wurden für diese Cultur die auf feuchtem Moos sterilisirten frischen Fruchtkörper von *Agaricus deliciosus* verwendet.

obwaltenden Bedingungen direct zu Fruchtkörpern ausgewachsen. Für die physiologische Beurtheilung der morphologisch bereits charakterisirten Basidienmycelien ergaben sich somit folgende Anhaltspunkte:

1. Ihr besonderes Auflösungsvermögen für die widerstandsfähigsten pflanzlichen Aufbauproducte,
2. die Aufnahme verdünnter Lösungen, und
3. besonders auch ihr Leitungsvermögen (womit die Schnallenbildung voraussichtlich zusammenhängt).

Biologisch ist es unzweifelhaft diejenige Mycelform, die dem Land-, besonders Waldleben am meisten angepasst ist, und welcher hier im Haushalte der Natur die besondere Rolle zufällt, die unlöslichsten und am schwersten zerstörbaren Pflanzenreste zu entfernen. Verändert das Basidienmycel diese seine Functionen, so verändert es auch seine Gestalt[1]).

Culturen mit gleichem Erfolge wurden ausgeführt auf den sterilisirten Hüten von *Tricholoma equestre* und *Hypholoma fasciculare*.

Der Ausgang aller dieser Culturen beweist, dass wir bei *Collybia tuberosa* eine Sclerotienbildung von bestimmtem morphologischem Werthe vor uns haben, wie sie bisher von keinem andern Pilze bekannt geworden ist. Jedes Sclerotium von *Collybia tuberosa* ist die fertig gebildete und selbstständig gewordene Anlage für einen Fruchtkörper im Dauerzustand[2]). Dementsprechend ist an dieser sclerotisch gewordenen Fruchtkörperanlage der Ort des Auskeimens ein bestimmter; er beginnt stets an dem meist schnabelförmig zugespitzten Ende desselben, da wo die Hutanlage als kleine weisse Spitze (die sich später scheibenförmig verbreitert) schon in den ersten Entwickelungsstadien angelegt wurde.

Wir sahen ferner, dass unter den normalen Culturbedingungen der Sclerotienzustand ohne Ruhepause direct durchschritten wird, und dass die Fruchtkörperanlagen sich gleichsam durch den Sclerotienzustand hindurch zu ihrer normalen Form weiterentwickeln. Ich musste mir desshalb sagen, dass der Sclerotienzustand nur dann bestehen bleiben würde, wenn äussere Umstände, wie sie in der Natur eintreten können, die Weiterentwickelung behindern. In einer Reihe von Versuchen habe ich die Weiterentwickelung dadurch zu behindern gesucht, dass ich die ganz jungen Sclerotienanlagen der trockenen Zimmerluft aussetzte, indem ich die Culturgefässe nur mit sublimatisirtem Fliesspapier bebunden auf dem Tische eines geheizten Zimmers

---

[1]) In einigen Fällen konnte ich beobachten, wie einzelne Mycelfäden von *Collybia tuberosa* noch während der Oidienbildung lang auswuchsen und die Form des Basidienmycels annahmen, dann aber trotzdem in Oidien zerfielen (Sterncolonieen); auch habe ich eine oidienbildende Mycelform mit regelmässigen Schnallenbildungen beobachtet. Im allgemeinen lässt sich aussagen, dass das Basidienmycel, sobald es einmal gebildet ist, sich nie wieder in das Oidienmycel zurückführen lässt, wenigstens ist mir das nie gelungen.

[2]) Vergl. hierzu das Verhalten der Sclerotien von *Coprinus stercorarius*. Brefeld, Bot. Untersuchungen, III. Heft, 1877.

allmählich austrocknen liess. Natürlich waren auch hier die sterilisirten Fruchtkörper auf eine mehr als fingerdicke Schicht feuchten sterilisirten Torfmooses gelegt, um das Austrocknen ganz allmählich eintreten zu lassen. Es zeigte sich, dass unter diesen Umständen die Weiterentwickelung der Sclerotien in der That vollständig unterbleibt, dass sie sich dagegen allmählich braun färbten und zu Sclerotien ausreiften. (Fig. 12.) Die erhaltenen Sclerotien lösten sich leicht von der Unterlage ab, sie waren aber kleiner gebildet und schrumpften beim weiteren Eintrocknen etwas ein, sodass sie noch nicht als ganz normale Sclerotien, wie sie in der Natur gebildet werden, zu bezeichnen waren. Dort sind jedenfalls andere Umstände, Fäulniss, Kälte etc., an der Ausbildung des Sclerotienzustandes mit wirksam. Auch waren die Oidiencolonieen theilweise noch in dichten Schichten vorhanden, die eintretende Trockenheit hatte ihre weitere Betheiligung an der Sclerotienbildung behindert. Die so erhaltenen Sclerotien keimten jetzt nach einem Jahre ebenso zu sporenreifen Hüten aus, wie die natürlichen.

Wie wir nun auf der einen Seite die Sclerotienbildung fördern und fixiren können, so ist es auch andrerseits möglich, ihre Einschaltung bei der Fruchtkörperbildung in der Cultur mehr oder weniger zu verwischen. Das ist mir dadurch gelungen, dass ich die Oidien auf getränktem Brot cultivirte und Stücke des mit den Oidiencolonieen bedeckten Brotes von der ersten Cultur auf weitere sterilisirte wässerige Brotstücke übertrug. Es erfolgt alsbald das Auswachsen zu den Basidienmycelien, welche allseitig etwa 1 cm weit in das Brot hineinwuchsen und sich nicht weiter auf demselben verbreiteten. Nach einigen Tagen beginnt die Anlage der Fruchtkörper, welche sich sofort stielartig strecken, aber keine normalen Hüte ausbilden. Es kam mir jetzt noch darauf an, den Einfluss des Lichtes auf die Weiterentwickelung der sclerotischen Anlagen kennen zu lernen. Zu diesem Zwecke brachte ich Oidienculturen des Pilzes auf Fruchtkörpern von *Lactarius deliciosus,* in einen feuchten Raum eingeschlossen, in absolute Finsterniss (Dunkelkammer des Institutes). Sieben Wochen nach der Aussaat und fünf Wochen, nachdem die Cultur in die Dunkelkammer gestellt war, hatte dieselbe folgendes Aussehen: Die sclerotischen Anlagen waren alle richtungslos ausgewachsen, zum Theil sehr lang mit sclerotisch angeschwollener Spitze, zum Theil waren sie kurz geblieben und mit kurzen Seitenästen quirlig besetzt. Nach weiteren vierzehn Tagen in der Dunkelheit waren die Fruchtkörperstiele noch länger ausgewachsen, die quirligen Seitenäste hatten sich gleichfalls verlängert, und die Anlage der Hüte war vollständig unterdrückt geblieben. Die Versuche ergeben, dass die Sclerotien ohne Lichtwirkung in feuchter Luft sehr lang und richtungslos auswachsen, dass die Nährstoffe in die Spitze der Fruchtstiele wandern, sodass diese hier sclerotisch verdickt erscheinen, und dass die Ausbildung der Hüte vollständig unterbleibt [1]). Demgegenüber zeigt Fig. 16 die normale Hutbildung an dem in feuchter

[1]) Vergl. Brefeld, Botanische Untersuchungen über Schimmelpilze, III. Heft.

Luft lang ausgewachsenen Fruchtstiel eines gekeimten Sclerotiums bei Lichtzutritt.

Schliesslich sei hier noch einiges über die Bildung der Sclerotien nachgetragen. Es lassen sich hierbei drei Phasen unterscheiden:

1. Die ganz jungen Sclerotien bestehen, ähnlich wie die Fruchtkörperstiele verwandter Formen, aus parallel verlaufenden Fäden, welche nach aussen dichter, nach innen lockerer an einander schliessen.

2. Die parallelen Hyphen schliessen sich dichter an einander; sie gliedern sich in kurze, gegen einander geschlossene Zellen, welche sich mit milchigen Inhaltsstoffen prall anfüllen, verwachsen an vielen Stellen und verschieben sich gegen einander.

3. Die Gliederzellen verwachsen, vom Rande beginnend, nach innen fortschreitend, vollständig mit einander, schlagen den milchigen Saft unlöslich auf den Wandungen nieder und bilden schliesslich ein pseudoparenchymatisches Gewebe, wie es alle Sclerotien auszeichnet. Dieser Reifungsprocess dauert anscheinend sehr lange; noch nach Monaten waren im Centrum der Sclerotien die milchsafterfüllten Gliederzellen zu erkennen.

Zur Biologie von *Collybia tuberosa*.

Das eigenartige morphologische und physiologische Verhalten dieses Pilzes erklärt sich erst, wenn wir dasselbe mit seinen Lebensverhältnissen in Beziehung bringen. Da der Pilz ebenso wie *Sporodinia grandis* nur auf den Fruchtkörpern grösserer Pilze vorkommt, sich also denselben Lebensbedingungen angepasst hat, so können wir ihn am besten verstehen, wenn wir seine Organe und ihre Functionen mit denjenigen von *Sporodinia* vergleichen, welche bereits ausführlich beschrieben worden sind (l. c.).

Entsprechend den Sporangien und den Zygoten von *Sporodinia* wird auch bei *Collybia tuberosa* neben der Verbreitungsform der sporenwerfenden Hüte die Dauerform der Sclerotien angetroffen, welche bei den Basidiomyceten nur sehr selten vorkommt. Wie bei *Sporodinia* entwickelt sich auch hier aus der keimenden Dauerform die Verbreitungsform. Dort können aber beide Fruchtformen auch unabhängig von einander gebildet werden, hier geht die Anlage der Dauerform wenigstens pro forma stets der Bildung des Hutes vorauf, doch kann sie sich unmittelbar in diesen weiterbilden. Es sind die Witterungsverhältnisse selbst, welche die Bildung der beiderlei Formen auslösen; sind sie der weiteren Verbreitung des Pilzes günstig, so entstehen die Hüte, wird es aber kalt und trocken, so verbleibt die Fruchtkörperanlage in der Dauerform. Wir hatten nun in den Zygoten von *Sporodinia* die Fruchtform eines Myceliums kennen gelernt, welches im Stande ist, sehr concentrirte Nährlösungen aufzunehmen, sodass wir die Concentration in der letzteren als die Bildungsursache für diese Fruchtform ansprechen mussten, im Gegensatze zum Sporangienmycel, welches sich in verdünnteren Lösungen entwickelte. Ebenso besitzt nun auch *Collybia tuberosa* zwei Mycelformen, welche auch morphologisch besonders charakterisirt

sind. Das typische Basidienmycel nimmt verdünnte Lösungen auf und besorgt den Aufbau der höheren Fruchtformen. Das Oidienmycel verbraucht concentrirtere Lösungen und dient nicht sowohl der weiteren Verbreitung als besonders der Nährstoffspeicherung. Es besitzt zu diesem Zwecke nicht bloss die physiologische Fähigkeit, concentrirtere Nährstoffe aufzunehmen, sondern auch die morphologische Befähigung zur Colonieenbildung, wodurch die Nährstoffe räumlich vereinigt bleiben. Werden die Colonieen in ihrer weiteren Entwickelung gestört, so können sie ganz nach Umständen der Verbreitung dienen oder sich in den Dauerzustand umwandeln. Dies letztere tritt gewöhnlich dann ein, wenn die Nährstoffe des Substrates erschöpft sind, oder wenn sie durch reichliche Feuchtigkeit (Regen etc.), welche das Substrat verwässert und auslaugt, die nöthige Verdünnung erfahren haben.

Die Oidiencolonie stellt daher eine Fruchtform des Oidienmycels dar, wie die Zygote als Fruchtform des Zygotenmycels aufzufassen ist. Erst das Basidienmycel führt die Oidiencolonie, deren Zellen nicht lange keimkräftig bleiben, in den langlebigen Sclerotienzustand über, der hier, in den Entwickelungsgang eingeschoben, dieselbe biologische Aufgabe zu erfüllen hat, wie die Zygotenform bei *Sporodinia*.

Dementsprechend besitzen hier die Sclerotien auch dieselbe Functionsweise wie diese. Sie keimen erst, wenn höhere Temperaturen und Feuchtigkeit wochenlang einwirken, und sind rechtzeitig zur Stelle, wenn die grossen Hutpilze, auf denen sie leben, gleichfalls in die Erscheinung treten. Da die Sclerotien wie die Zygoten in den Waldboden hineingerathen, so finden sie hier auch, wie diese, die nöthige Feuchtigkeit. Der Stiel, mit dem sie auskeimen, verhält sich ähnlich wie der Sporangienträger bei *Sporodinia*, er wächst in feuchter Luft lang aus und folgt der Richtung des Lichtes, er bildet aber seinen Hut allmählich erst unter der Einwirkung intensiveren Lichtes aus. So erhebt er sich stets eine grössere Strecke über den Waldboden und schleudert nun selbstthätig über acht Tage lang seine Sporen aus. Wie diese an ihren Bestimmungsort in die Hüte der grossen Pilze gelangen, darüber konnte ich keine sicheren Anhaltspunkte gewinnen; wahrscheinlich geschieht dies aber auch mit Hülfe der Thiere, welche dann auch die Oidien weiter verbreiten mögen.

Wir sehen hier, wie zwei Pilze von sehr verschiedener systematischer Stellung sich denselben Lebensbedingungen anpassen können, und wie sie für diesen Zweck ihre ganz ungleichwertigen Organe für die Verrichtung derselben biologischen Aufgaben mit sehr gleichartigen Functionsweisen versehen und entsprechend umgestalten können.

Die bisher gewonnenen Resultate gestatten die Beantwortung der wichtigsten Fragestellung (Seite 3) meiner Untersuchungen:

Die Oidienbildungen bei den Basidiomyceten [1]) des verschiedensten Stand-

[1]) Die Oidienbildung bei den Basidiomyceten erfolgt an den aus den Basidiensporen erwachsenen Mycelien, solange sie die Functionen und das Aussehen des

ortes sind zwar mehr oder weniger selbständige Entwickelungsglieder, sie gehen aber unter den geeigneten Bedingungen stets wieder in die höhere Fruchtform über.

Andrerseits bestätigen diese Untersuchungen die Auffassungen Brefelds, dass auch *Oidium lactis* ein solches Entwickelungsglied eines höheren Pilzes sein müsse. Die höhere Fruchtform aber kann entweder vollständig verloren gegangen sein, oder der Pilz kann die Fähigkeit, in diese höhere noch bestehende Form zurückzugehen, verloren haben, oder endlich, die höhere Fruchtform ist noch vorhanden und das *Oidium lactis* lässt sich noch in dieselbe zurückführen, aber es fehlt an der Kenntniss der Bedingungen, unter denen dies nur geschehen kann.

Nur die letztere Möglichkeit lässt sich experimentell entscheiden, und so komme ich zu der weiteren Aufgabe dieser Untersuchungen: „Lässt sich auch *Oidium lactis* nach einer Methode, welche die Ueberführung der Oidien der Basidiomyceten gestattet, in eine höhere Form zurückführen?“

5. Die Cultur von Oidium lactis (Fres.)[1].

(Tafel 17.)

Die Culturen von *Oidium lactis* wurden unter denselben Bedingungen auf denselben Nährböden ausgeführt wie diejenigen von den Basidiomyceten-Oidien.

Durchfeuchtete Stücke von Pappelholz, aufgeweichtes und auch mit den verschiedenen Nährlösungen getränktes Brot, Pferdemist und Kuhmist, und endlich verschiedene Pilzfruchtkörper wurden in geeigneter Weise sterilisirt und mit den Oidien des Pilzes geimpft. Diese Culturen wurden meist gleichzeitig mit den entsprechenden Culturen der Basidiomyceten-Oidien angesetzt. Sie sind aber bisher erfolglos geblieben.

Basidienmycels noch nicht besitzen. Sie ist morphologisch dadurch charakterisirt, dass die ausgewachsenen Fäden sich centripetal in einzelne Abschnitte total zergliedern, ohne dass diese sich hierbei nach Form und Grösse auffällig verändern. Die einzelnen Oidien haben dementsprechend zuerst rectanguläre, meist längliche Gestalt (sie runden sich aber später mehr oder weniger ab), sind leicht benetzbar und kurzlebig und wachsen, in Nährlösungen gebracht, an den ursprünglichen Trennungsflächen beiderseits sogleich weiter. Physiologisch ist das Oidienmycel, wenigstens da, wo es am auffälligsten in die Erscheinung tritt, durch den Verbrauch leicht löslicher und in aufnehmbaren und concentrirteren Verhältnissen befindlicher Nährstoffe gekennzeichnet, ohne besondere encymatische Fähigkeiten. Biologisch ist sie dadurch ausgezeichnet, dass Wachsthum und Fortpflanzung auf das einfachste und vollkommenste rhythmisch mit einander verknüpft erscheinen, sodass in kürzester Zeit sowohl ausgiebiges Wachsthum als auch ebenso bedeutende Fortpflanzung eintreten kann. Die Oidienbildung erreicht ihre vollkommenste Ausbildung dementsprechend in nährstoffreichen Flüssigkeiten und Substraten, die von den verschiedenartigen Organismen schnell verändert werden können. Die Verbreitung erfolgt nicht durch Verstäubung.

[1]) Das untersuchte *Oidium lactis* wurde von der Milch rein cultivirt.

Alle diese Substrate werden auch im Inneren von den Mycelien des Pilzes durchwachsen, doch ist dies dasselbe Oidienmycel, welches zerfällt und die Hohlräume im Inneren mit Oidien ausfüllt. So kann man im Pappelholze die Gefässe auf weite Strecken mit den Oidien angefüllt sehen, zumal wenn das Holz vorher mit einer Nährlösung getränkt wurde. Fig. 1 ist das Bild eines kleinen Astes von Pappelholz, der auf der Oberfläche die Ausbreitung des weissen Oidienmycels erkennen lässt, und dessen Leitbahnen zum Theil mit den Oidien angefüllt sind.

In Nährlösungen verschiedenster Concentration trat ebenfalls stets nur Oidienbildung ein, doch ist der Zerfall der untergetauchten Fäden zumeist ein unvollkommener. Uebertrug ich gut ernährte Mycelien aus concentrirteren Nährlösungen plötzlich in reines Wasser, so konnte auch hierdurch eine Aenderung der Fruchtform nicht ausgelöst werden. (Es bildeten sich hierbei oft Oidien von auffallender Grösse neben den gewöhnlichen aus; die Oidien wurden hier an den untergetauchten Fäden schliesslich auch endständig abgegliedert, wie es die Fig. 8 erkennen lässt, sodass längere Fadenparthieen inhaltsleer zurückbleiben.)

Um nun das morphologische Verhalten dieses Oidienmycels selbst mit demjenigen der übrigen Formen weiter vergleichen zu können, wurden entsprechende Culturen auf Agar-Agar angesetzt. Die Fig. 4 zeigt den Zerfall der Oidienfäden in einer Mistdecoct-Agar-Agar-Platte bei 60facher Vergrösserung. Es entspricht dieses Bild demjenigen der Oidiencolonie von *Collybia tuberosa* auf der Tafel 16, Fig. 6. Wir sehen, dass hier die Fäden viel länger auswachsen, bevor sie zerfallen, und dass sie den Charakter der Fadenpilze viel deutlicher an sich tragen, als es bei *Collybia tuberosa* der Fall ist. Aus diesem Grunde kommt bei *Oidium lactis* eine typische Colonieenbildung nicht zu Stande. Wie solche colonieenartige Bildungen von *Oidium lactis* auf der Oberfläche sehr nährstoffreicher Nährplatten (entsprechend den Bildern 8, 9, 10 der Tafel 16) bei sehr vereinzelter Aussaat aussehen, das zeigt das Bild Fig. 3. Diese Colonieen sind im Gegensatze zu denjenigen von *Collybia tuberosa* sehr gross, in der Mitte am dicksten und verflachen sich nach den Rändern hin allmählich. Wenn zwei Colonieen auf einander stossen, dann verschmelzen sie nicht so mit einander, dass man ihre ursprünglichen Conturen nicht mehr erkennen könnte, sondern die beiderseitigen Fäden stellen an der Berührungsstelle das Wachsthum ein, zerfallen und bilden längs der ganzen Berührungszone einen Wall zerfallener Oidienmycelien, der beide Colonieen wie ein gerader Strich von einander trennt. Sind beide Colonieen, bevor sie zusammentreffen, schon so gross geworden, dass der Raum auf der Nährplatte ein gemeinsames Wachsthum beider nicht mehr gestattet, so bekommen wir nach Analogie mit den Stärkekörnern unecht zusammengesetzte Colonieen; wenn dagegen der Raum ein gemeinsames Wachsthum noch gestattet, so entstehen echt zusammengesetzte Colonieen. Auch eine Schichtung kommt dadurch zu Stande, dass die Fäden in rhythmischer Folge auswachsen und wieder zer-

fallen[1]). Die eigenartige, unregelmässig strahlige Zeichnung auf der Oberfläche der Colonieen rührt daher, dass die Fäden sich bei üppiger Ernährung strangartig vereinigen, und dass sie in diesem Zustande auf der Oberfläche zerfallen, wo ihre weitere Ernährung aufhört. Sobald die ursprünglich weissen Fäden zerfallen sind, benetzen sie sich mit Flüssigkeit, die sich capillar zwischen den zerfallenen Oidien emporzieht; die Colonieen haben alsdann ein durchfeuchtetes, glasiges Aussehen. Das zeigt Fig. 3, woselbst ein Theil der Colonieen des Pilzes auf einer sterilisirten Scheibe von *Daucus Carota* sich bereits verfeuchtet hat.

Auch das Aussehen und das Wachsthum der einzelnen Mycelfäden von *Oidium lactis*, wie es zuerst von Brefeld in den Landwirthschaftlichen Jahrbüchern (1876) „Ueber Gährung" beschrieben und abgebildet wurde, stimmt mit keiner der entsprechenden Bildungen bei den Basidiomyceten überein. Die üppig ernährten Hauptfäden, welche sich auch zu Strängen vereinigen können, zeigen an der Spitze dichotome Gabelung. (Fig. 6.) Im übrigen charakterisirt sich die Verzweigung der Mycelfäden dadurch, dass unterhalb jeder Scheidewand dünnere und kürzere Seitenäste gebildet werden, die gewöhnlich früher als der Hauptfaden durch centripetale Zergliederung zerfallen. (Fig. 5.) Diese Seitenäste werden meist in einer Ebene einseitig und zweiseitig (wohl selten dreiseitig) angelegt. Sie sind es, welche z. B. auf der sauren Milch von den an der Oberfläche befindlichen Mycelsträngen aus in die Luft wachsen und das sammetartige Aussehen bedingen.

Wenn die Oidien längere Zeit in Flüssigkeiten liegen, die keine Nährstoffe enthalten und ein Auswachsen nicht gestatten, dann runden sie sich ab, wie es die Oidien von *Collybia tuberosa* gleichfalls thun, und ihr Inhalt geht in den Ruhezustand über, wobei sich grössere oder kleinere Fetttropfen im Inneren ausscheiden. (Fig. 9.)

Die vergleichenden Culturen von *Oidium lactis* haben ergeben, dass die Methoden, welche bei den hauptsächlichsten Vertretern der oidienbildenden Agaricinen den Uebergang in die höhere Fruchtform herbeiführen, bei *Oidium lactis* unwirksam sind, und dass das Wachsthum, die Verzweigung, die Colonieenbildung etc. sich abweichend verhalten von dem entsprechenden Verhalten des Oidienmycels der Basidiomyceten.

Es bleibt daher jetzt nur noch übrig, um die letzte Fragestellung dieser Untersuchung (3, Seite 4) beantworten zu können, die Oidienbildungen der übrigen Pilzklassen, soweit sie durch die Untersuchungen früherer Forscher, besonders durch diejenigen Brefelds, bekannt geworden sind, in den Kreis dieser Untersuchungen hereinzuziehen. Da ich die Oidienbildung besonders der Ascomyceten als einen II. ergänzenden Theil diesen Unter-

---

[1]) Solche typische Colonieenbilder erhält man nur auf sehr nährstoffreichen Platten, wie sie durch Zusatz von Pepton zu den gebräuchlichen zuckerreichen Nährlösungen erhältlich sind.

suchungen später anzuschliessen gedenke, so will ich die bisher hierüber ausgeführten Beobachtungen nur ganz allgemein hier anführen, soweit sie für die Beantwortung der letzten Fragestellung nothwendig erscheinen.

Wie alle Fruchtformen der höheren Pilze, so leitet Brefeld auch die Oidienfructification schon von den Mucorineen ab, welche nach ihm den Ausgangspunkt der natürlichen Entwickelung der landbewohnenden Pilze darstellen. In der That findet sich ein oidienähnlicher Zerfall der Fäden bereits bei Chlamydomucorformen, wenn dieselben in zuckerreicher Nährlösung untergetaucht leben. Fig. 1 der Tafel 12 zeigt einen solchen Mycelfaden von *Chlamydomucor* in oidienartigem Zerfalle. Eine ähnliche Zergliederung finden wir beispielsweise auch bei den sog. Dematiumformen [1]), welche sich im übrigen durch die Vermehrungsform der Sprossconidien auszeichnen. Fig. 2 zeigt einen Faden von einer Dematiumform, welcher aus einer Spore lang ausgewachsen ist und sich in einzelne Abschnitte gliedert, von denen jeder selbstständig ist und kleine Sprossconidien abschnürt.

Sodann finden wir eine oidienartige Zergliederung bei Fäden, welche sich zu fruchtkörperartigen Gebilden vereinigen. Die rothen Früchte von *Calloria fusarioides* (Berk.) unter den Ascomyceten und die gleichen Bildungen bei *Dacryomyces deliquescens* (Bull.) unter den Basidiomyceten bestehen aus langen Fäden, welche sich oidienartig in einzelne Abschnitte zergliedern. (Fig. 3.) Diese Oidien keimen jedoch nicht wieder zu Mycelien aus, die gleichfalls oidienartig zerfallen, sondern fructificiren in einer andern Form, sofern man sie in Nährlösungen cultivirt.

Alle diese Bildungen haben natürlich zu *Oidium lactis* keine anderen Beziehungen als die der gleichen Entstehungsart durch nachträgliche Zergliederung ganzer Fäden in einzelne Abschnitte.

Eine besonders reichliche Oidienbildung findet sich nun noch bei einer hochdifferenzirten Familie unter den Ascomyceten, bei den Ascoboleen. Brefeld hat sie dort bei *Ascobolus denudatus* (Fr.) zuerst gefunden. Ich habe den Kreis der oidienbildenden Formen erweitern können und führe hier noch zwei Formen an: *Ascobolus furfuracens* (Pers.) und *Ascobolus lignatilis* (Alb. et Schw.), welche besonders reiche Oidienfructification zeigen. *Ascobolus lignatilis* ist erst wenige Male beobachtet worden und in Schlesien überhaupt noch nicht gefunden. Sie ist die grösste und wohl auch am höchsten stehende Form in dieser Familie. Auf den verschiedenen Mistsorten bildet sie zuerst nur Oidien aus, die die Oberfläche ähnlich wie bei *Collybia velutipes* in dicken Schichten bedecken, überall leicht anhaften und der Verbreitung durch Thiere angepasst zu sein scheinen. Erst nach längerer Zeit, besonders wenn man den inficirten Mist auf Erde legt, erscheinen die Fruchtkörper, welche nun wochenlang bei der leisesten Berührung ihre Sporen explodiren

[1]) Eine Anzahl von solchen Formen mit deutlicher oidienartiger Zergliederung ist von Spieckermann und Bremer in Landw. Jahrbücher, XXXI. Bd., 1. Heft, beschrieben und abgebildet worden.

lassen. In Fig. 4 sind die Fruchtkörper, in Fig. 5 u. 6 einzelne Oidien in ihrer typischen Form (von sehr verschiedener Grösse) dargestellt. Die Oidien aller bisher untersuchten Ascoboleen bilden sich nur an den Luftfäden; in dem Substrat oder in dem Flüssigkeitstropfen auf dem Objectträger war eine Zergliederung niemals wahrzunehmen. Aus den Oidien lassen sich leicht wieder dieselben Mycelien mit Oidienfructification erziehen. Die Fruchtkörper entstehen etwas später, meist neben den Oidien.

Sowohl die charakteristischen Formen der Mycelien der Ascoboleen, als auch der Oidien sind mit den Bildungen von *Oidium lactis* nicht zu vergleichen.

Es bleiben jetzt nur noch zwei Pilzformen aus der Klasse der *Exoasci* übrig, welche durch besonders reichliche Oidienbildung ausgezeichnet sind. Die Oidien dieser Pilze keimen in Nährlösungen zu Mycelien, welche stets wieder total in Oidien zerfallen. Ich verdanke die eine dieser Formen einer Zusendung des Herrn Prof. Dr. Ludwig-Greiz, der diese Art zuerst gefunden, als *Endomyces Magnusii* lückenlos beschrieben und die systematische Stellung wie die Aehnlichkeit mit *Oidium lactis* sofort richtig erkannt hat[1]); die andere Form, *Endomyces decipiens* (Tul.), welche auf den Fruchtkörpern des Hallimasch vorkommt, habe ich leider vergebens gesucht. Bei beiden Formen sind typische Ascen gefunden worden, sodass ihre systematische Stellung ausser Zweifel steht[1 u 2]). Den *Endomyces Magnusii* habe ich längere Zeit unter den gleichen Bedingungen wie *Oidium lactis* cultivirt, und ich habe stets nur die Fructification in Oidien und den totalen Zerfall der Mycelien, wie bei *Oidium lactis,* beobachten können. Auch die Grössenverhältnisse, das Wachsthum, die Verzweigungen und die Colonieenbildung haben mit den entsprechenden Bildungen von *Oidium lactis* noch die meiste Aehnlichkeit.

Ich kann daher die dritte und letzte Fragestellung meiner Untersuchung dahin beantworten, dass nach meiner Ueberzeugung *Oidium lactis* den Endomycesformen anzureihen und an dieser Stelle im Systeme unterzubringen ist, solange nicht positive Befunde eine andere Zugehörigkeit ausweisen.

Breslau, pflanzenphysiologisches Institut, im Mai 1902.

---

[1]) F. Ludwig, Ueber Alcoholgährung und Schleimfluss etc. Berichte d. deutsch. bot. Ges. 1886, Protokoll der IV. Gen.-Vers., p. XVII—XXVII.

Brefeld, Untersuchungen aus dem Gesammt-Gebiete der Mykologie, IX. Heft, p. 124.

[2]) Neuere Untersuchungen von Wilhelm Holtz, Centralbl. für Bacteriol. 1901, S. 229, haben für die diesseitige Beurtheilung nichts Neues ergeben.

Lebenslauf.

Der Verfasser dieser Arbeit ist am 7. Mai 1873 in Landeck (Westpr.) geboren.

Seine Schulbildung erhielt er auf dem Progymnasium zu Pr.-Friedland und widmete sich dann dem Apotheker-Berufe. Im April 1897 bestand er in Königsberg das pharmaceutische Staatsexamen und im Juli 1899 die Hauptprüfung für Nahrungsmittelchemiker in Göttingen.

Seine Studien absolvirte er an den Universitäten Marburg, Berlin, Königsberg, Göttingen und Breslau. Für seine Ausbildung ist er den folgenden Herren zu besonderem Dank verpflichtet:

E. Schmidt, Marburg, *Klinger, Lüerssen,* Königsberg, *Berthold, Peter,* Göttingen, *Brefeld, Rosen, Ebbinghaus, Frech,* Breslau.

Thesen.

1. Die Sacharomyceten sind wie das *Oidium lactis* als abgelöste Entwickelungsglieder von den verschiedensten höheren Fadenpilzen zu beurtheilen.
2. Die Spaltpilze haben keine nachweisbaren phylogenetischen Beziehungen zu den Fadenpilzen.
3. Das Vorkommen von Chlorophyllkörnern im Thierreiche ist auf Symbiose mit Algen zurückzuführen.